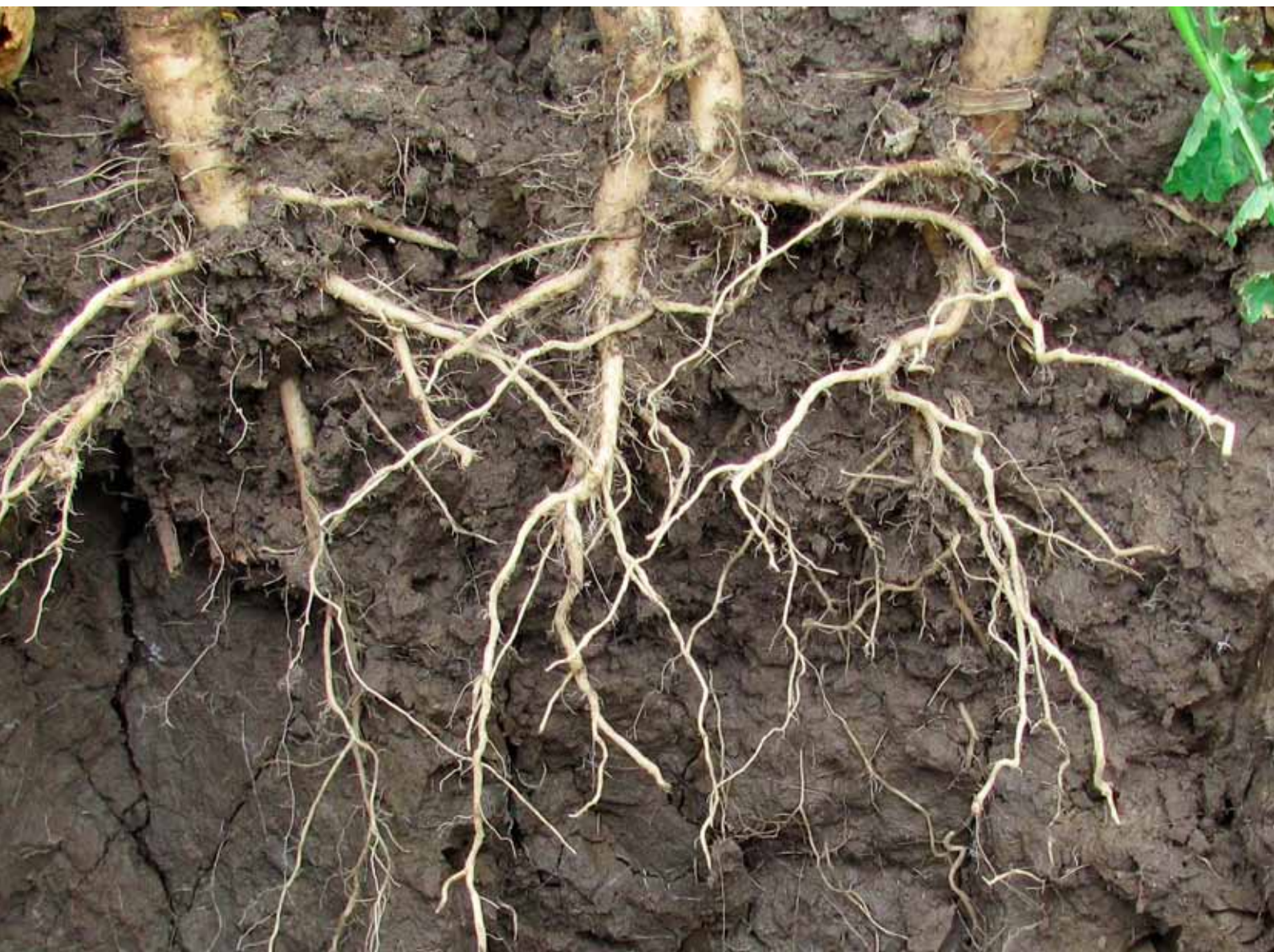




JUURISTOTIETOPAKETTI

- Juuret maan rakenteen parantajina



Tekijät:

Merja Myllys

Markus Gustafsson

Kari Koppelmäki

Hannu Känkänen

Ansa Palojärvi

Laura Alakukku

Juuristotietopaketti

– juuret maan rakenteen parantajina

Sisällys

Juurella on monta tehtävää	3
Hyvä rakenteisen maan tunnusmerkit	3
Juuret parantavat maan rakennetta	4
Juurten muokkauskykyä kannattaa hyödyntää	7
Näin juuret tunkeutuvat maahan.....	8
Kasveilla on erilaisia juuristoja.....	11
Olosuhteet säätelevät juurten kasvua	16
Erilaisten juuristojen yhteistyön etuja	20
Kasvilajien juuristoille ominaista.....	22
Yksisirkkaiset yksivuotiset viljelykasvit.....	22
Ruis (<i>Secale cereale</i>)	23
Vehnä (<i>Triticum aestivum</i>)	24
Ohra (<i>Hordeum vulgare</i>).....	26
Kaura (<i>Avena sativa</i>)	27
Italianraiheinä (<i>Lolium multiflorum</i>)	28
Yksisirkkaiset monivuotiset viljelykasvit	29
Englannin raiheinä (<i>Lolium perenne</i>).....	29
Nurminata (<i>Festuca pratensis</i>)	30
Ruokonata (<i>Festuca arundinacea</i>)	31
Ruokohelpi (<i>Phalaris arundinacea</i>)	32
Timotei (<i>Phleum pratense</i>)	33
Kaksisirkkaiset yksivuotiset viljelykasvit.....	34
Rapsi (<i>Brassica napus ssp. oleifera</i>).....	34
Rypsi (<i>Brassica rapa ssp. oleifera</i>).....	35
Herne (<i>Pisum sativum</i>)	36
Härkäpapu (<i>Vicia faba</i>).....	37
Sokerijuurikas (<i>Beta vulgaris var. altissima</i>).....	38

Tattari (<i>Fagopyrum esculentum</i>).....	39
Hamppu (<i>Cannabis sativa</i>)	40
Ruisvirna (<i>Vicia villosa</i>)	41
Retiisi (<i>Raphanus sativus</i>).....	42
Kaksisirkkaiset monivuotiset viljelykasvit	43
Sinimailanen (<i>Medicago sativa</i>).....	43
Puna-apila (<i>Trifolium pratense</i>)	44
Valkoapila (<i>Trifolium repens</i>)	45
Kumina (<i>Carum carvi</i>)	46
Rikkakasveistakin jotain hyötyä	47
Pelto-ohdake (<i>Cirsium arvense</i>).....	47
Voikukka (<i>Taraxacum officinale</i>).....	48
Nokkonen (<i>Urtica dioica</i>)	49
Peltoretikka (<i>Raphanus raphanistrum</i>)	49

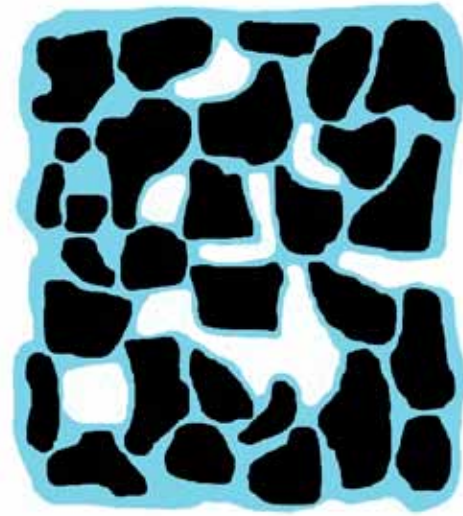
Juuristotietopaketti

– juuret maan rakenteen parantajina

Juurella on monta tehtävää

Kasvien tuottamasta biomassasta karkeasti yleistäen puolet sijaitsee juurissa maan pinnan alla. Juurten päätehtävät ovat 1) ottaa maasta vettä ja ravinteita kasvia varten, 2) ankkuroida kasvi maahan ja 3) varastoida vararavintoa ja ravinteita. Osa kasveista 4) lisääntyy ja levittäytyy uusille alueille juurten avulla. Juuret myös tuottavat kasvihormoneja ja kasvunsäätettä ja ovat yhteistyössä maan mikrobien kanssa. Juuret ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa maan kanssa – juuret vaikuttavat maahan, ja maa vaikuttaa juuriin.

Tämä tietopaketti kertoo siitä, miten juurten avulla voidaan parantaa maan rakennetta.



Hyvärakenteisen maan tunnusmerkit

Maan rakenne tarkoittaa sitä, miten maahiukkaset ovat asettuneet toisiinsa nähden. Se määrittää, millainen huokostila hiukasten väliin jää. Kaikki maan toiminnot tapahtuvat kiinteän aineksen pinnoilla ja niiden väliin jäävässä huokostilassa. Hyvärakenteisen maan huokostilassa vesi ja ilma pääsevät liikkumaan ja juuret kasvamaan. Hyvin kasvavat juuret ottavat maasta runsaasti ravinteita, eikä ravinteita huuhtoudu vesistöihin. Hyvälaatuinen maa on siten sekä viljelijän että ympäristön etu.

Kiinteä aines, joka koostuu kivennäisaineksesta ja eloperäisestä aineksesta, toimii maan runkona. Maan tilavuudesta noin puolet on kiinteää ainesta ja puolet huokostilaa. Huokostila on täytynyt vedellä tai ilmalla sen mukaan kuinka paljon vettä on saatavilla. Kuvassa kiinteää ainesta on kuvattu mustalla, vettä sinisellä ja ilmaa valkoisella. Maahiukkasia ympäröi aina vesikalvo, mikä kuvassa on esitetty korostetusti.

Hyvärakenteisen maan tärkeimmät tunnusmerkit ovat:

- 1) maassa on reikiä
- 2) reiät ja savimaan murut ovat kestäviä.



Hyvärakenteista savimaata. Kuva: Markus Gustafsson

Juuret parantavat maan rakennetta

Juuret ovat tehokkaita maan rakenteen parantajia. Ne

- 1) tekevät maahan reikiä
- 2) kuivattavat maata
- 3) tuovat maahan eloperäistä ainesta.

Reiät ovat kulkuväyliä

Juuret, samoin kuin lierot ja muut maaperäeläimet tekevät maahan reikiä, biohuokosia. Ne ovat pyöreitä ja suuria – silmin nähtävissä aivan pienimpiä juurikanavia lukuun ottamatta. Juurikanavat ja lieronreiät muodostavat pitkiä, yhtenäisiä ja melko suoria käytäviä, jotka ovat helppoja kulkuväyliä aineille ja juurille. Juuret ja maaperäeliöt erittävät lima-aineita teke-
miensä käytävien seinämiin, mikä vahvistaa seinämiä. Biohuukokset parantavat kumpaakin tärkeintä maan rakenneominaisuutta, reikäisyyttä ja kestävyyttä, ja ovat siksi ratkaisevan tärkeitä maan rakenteelle.



Biohuukokset ovat kestäviä ja toimivat kulkureitteinä vedelle, ilmalle, juurille ja maan pieneliöille. Kuva: Kari Koppelmäki



Neulanpiston näköiset reiät ovat juurikanavia ja isommat lieronreikiä. Vaikka maa olisi kovaakin, se on hyvä kasvualusta, jos se on biohuukosten rei'ittämä. Kuva: Markus Gustafsson



Lieronreikä. Ne voivat olla halkaisijaltaan jopa 10 mm. Kuva: Markus Gustafsson



cm Vanhoja juurikanavia hiekkaisessa pohjamaassa. Ilma on päässyt kulkeutumaan syvälle hapettaen maassa olevaa rautaa, mikä näkyy ruosteen värinä juurikanavien seinämissä. Kuva: Markus Gustafsson

Murut muodostuvat kuivumalla

Riittävä kuivatus on erityisesti savimaan rakenteen parantamisen edellytys. Ojituksella on varmistettava, että helposti liikkuva vesi valuu pois pellolta. Sen jälkeen maa kuivuu haihtumalla ja kasvin vedenoton ansiosta. Veden poistuessa maahiukkasten väleistä ne pääsevät lähemmäksi toisiaan ja

voivat liittyä yhteen muruiksi erilaisin sidoksien. Syntyneiden murujen väliin jää isompi huokostila kuin yksittäisten hiukkasten väliin. Kuivuessaan maa myös kutistuu. Sen ansiosta maahan pääsee muodostumaan halkeamia.



Syvälle ulottuvat juuret kuivattavat maata syvältä, ja savimaa pääsee kutistumaan, halkeilemaan ja muodostamaan muruja. Kuva: Markus Gustafsson



Savi on kutistuva maalaji. Kutistuminen johtuu savimineraalien rakenteesta. Kuva: Markus Gustafsson

Eloperäinen aines on elintärkeää

Juurten maahan tuoma eloperäinen aines on maaperäeliöiden (=eläinten ja mikrobien) ravintoa. Hajottaessaan ravintoaan maaperäeliöt vapauttavat ravinteita kasvien käyttöön. Maaperäeläimet tuottavat runsaasti ulosteita, ja mikrobit muodostavat eloperäisiä yhdisteitä. Nämä sitovat maahiukkasia yhteen ja vahvistavat maan rakennetta. Eloperäinen aines parantaa maan vedenvarastointikykyä ja kuivuudenkestävyyttä. Nämä kaikki lisäävät kasvien kasvua, mikä edelleen lisää maahan tulevan eloperäisen aineksen määrää. Maahan syntyy myönteinen kiertokulku.



Runsas eloperäisen aineksen määrä maassa parantaa maan kemiallisia, fysikaalisia ja biologisia ominaisuuksia. Eloperäinen aines tummentaa kivennäismaan väriä. Kuva: Markus Gustafsson

Maaperän eloperäiseen ainekseen (ylimpään metriin) on sitoutunut kaksinkertainen määrä hiiltä ilmakehään verrattuna. Jos määrää saadaan lisätyksi syventämällä ja laajentamalla viljelykasvien juuristoja, se pienentäisi ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta ja hidastaisi ilmastonmuutosta.

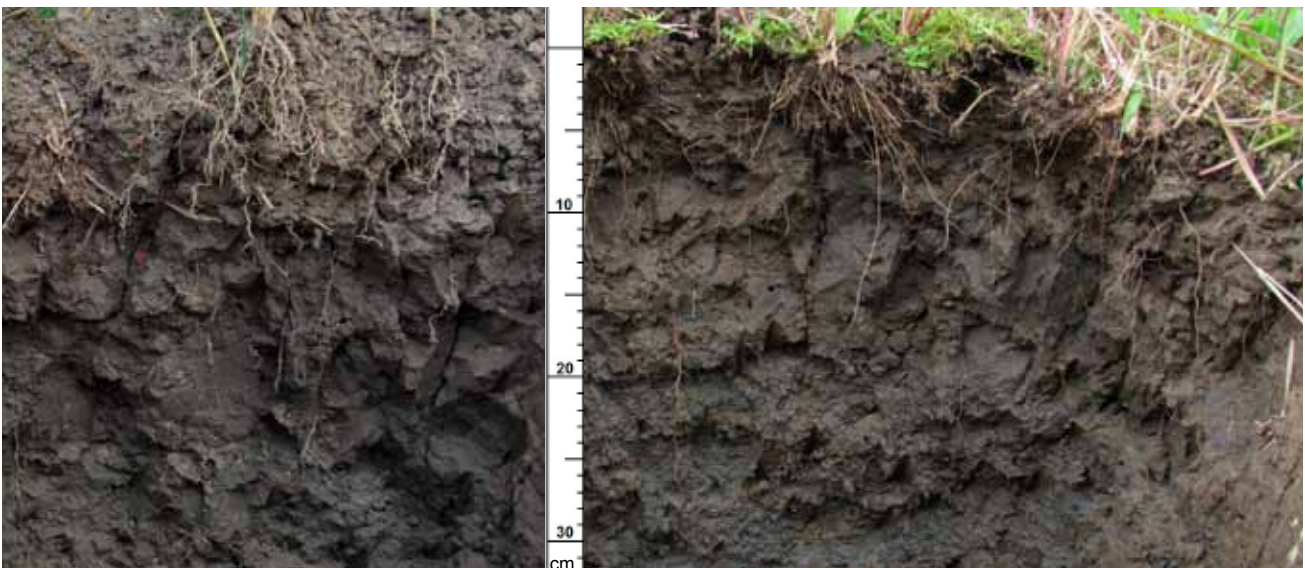
Juurten muokkauskykyä kannattaa hyödyntää

Mekaaniset muokkausmenetelmät (kyntö, äestys, kultivointi, jankkurointi ym.) kuohkeuttavat maata sopivissa kosteusoloissa hyvin. Muokatun maan kuivuminen vahvistaa mekaanisesti syntynyttä rakennetta. Muokkauksen ansiosta juuristo saa ainakin hetkeksi hyvän kasvuympäristön, kun maa löyhentyy ja pilkkoutuu kokkareiksi ja muruiksi.

Epäsuotuisissa oloissa mekaanisesti aikaansaatu rakenne saattaa luhistua entisenlaiseksi, ja pahimmillaan rakenne huononee. Jos maassa on valmiina hyvä biohuokosverkosto esimerkiksi pitkäaikaisen kylväjämyönteisyyden seurauksena, mekaaninen muokkaus tuhoaa sen. Mekaanisella kuohkeutuksella maan rakenteesta saattaa tulla myös liian löyhä, jolloin juuret eivät saa kunnon kontaktia maahan. Liian hienoksi muokattu maa puolestaan liettyy ja kuohkeutuu helposti. Liiallista mekaanista kuohkeutusta tulee välttää.

Juurten kasvu ja maaperäeliöstön toiminta muokkaavat maata biologisin keinoin. Maa kuivuu, sinne syntyy kestäviä reikiä ja muruja, ja sinne kulkeutuu eloperäistä ainesta. Biologinen muokkaus vaikuttaa niin syvälle kuin juuret ja maaperäeliöt ulottuvat, siis selvästi syvemmälle kuin aura. Biologinen kuohkeutus on hidasta, mutta sen aikaansaamat vaikutukset ovat pitkäaikaisia.

Jos maahan on muodostunut paha tiivistymä (esimerkiksi kylväjämyönteisyyden), jossa ei ole kanavia eikä halkeamia, juuret eivät pääse siitä läpi. Sellaisessa maassa matalajuurisilla kasveilla on menestymisen mahdollisuuksia, mutta syväjuuristen kasvu kärsii. Pahojen tiivistymien rikkomiseen voi mekaaninen kuohkeutus olla ainoa keino. Tämän jälkeen biologiset toiminnot voivat vähitellen alkaa parantaa ja vahvistaa maa rakennetta.



Hyvin kasvava kasvi muokkaa maata tehokkaammin kuin huonosti kasvava. Kevätvehnä on kasvanut hyvin (vasemmalla). Se on selvästi kuivattanut maata, ja varsinkin pintamaassa on hyvä mururakenne. Kymmenen vuotta suojavyöhykkeenä olleessa maassa kasvu oli huonoa (oikealla). Maa oli kokkareista noin 25 cm:n syvyyteen asti, ja sen alla oli massiivista maata. Maa oli selvästi märempää kuin vehnäpellolla. Kuvat on otettu 10 metrin päässä toisistaan 10.7. Kuvat: Markus Gustafsson



Sen lisäksi, että juuret parantavat maan fysikaalisia ominaisuuksia, palkokasveja viljeltäessä myös kemialliset ominaisuudet paranevat. Palkokasvien juurinysträt sitovat maahan ilmakehän typpeä. Kuvassa on härkävavun (vas.) ja herneen (oik.) juurinyströitä. Kuva: Markus Gustafsson

Näin juuret tunkeutuvat maahan

Juuret pyrkivät kasvamaan maassa lajilleen ominaiseen muotoon niin, että kasvu vie mahdollisimman vähän energiaa. Ne koettavat löytää helpoimman kasvureitin alaspäin. Hyvärakenteisessa maassa juuret pääsevät kasvamaan valmiina olevia kulkuväyliä pitkin:

- huokostilassa maahiukkasten ja murujen välissä
- halkeamissa
- lierokäytävissä
- juurikanavissa.



Huonorakenteisessa maassa ei ole riittävästi kulkuväyliä. Kaksisirkkaisten kasvien pääjuuren paksuus on noin 0,3–10 mm. Viljojen juuret ovat tyypillisesti 0,2–0,4 mm paksuja. Kaikkein ohuimmat juuret ovat 0,1–0,2 mm. Huokosten läpimitat puolestaan ovat mikrometrien suuruusluokkaa; 0,03 mm:n (30 µm:n) kokoisia huokosia pidetään jo isoina. Täysin rakenteettomassa massiivisessa maassa – karkeassakin, kuten hiedassa – maahiukkasten väliin jäävä huokostila on siten selvästi kapeampi kuin juurten halkaisija. Huonorakenteiseen maahan juuret voivat kasvaa vain kuivattamalla ja halkeiluttamalla maata tai siirtämällä maahiukkasia tieltään pois.

Kasvin juuri tunkeutuu tiiviiseen maahan juuren kasvupaineen avulla. Juuren kärjen lähellä kasvavat juurikarvat ankkuroivat juuren maahan, jolloin kasvupaine voi kohdistua juuren kärjessä olevaan kasvupisteeseen. Kasvilajien välillä on eroja, mutta kasvupaine voi olla juuren poikkisuunnassa 0,5–0,9 megapascalia (5–9 bar) ja pituussuunnassa yli 2 megapascalia (20 bar). Kun kasvupaine voittaa maan leikkauslujuuden (=voiman, joka tarvitaan liikauttamaan maahiukkasia toisiinsa nähden), juuri voi kasvaa. Juuren erittämä lima helpottaa juuren tunkeutumista maahan, sillä se vähentää kitkaa maan ja juuren välillä. Vesikin toimii voiteena, joten kosteassa maassa juuret pystyvät siirtämään maahiukkasia tieltään huomattavasti helpommin kuin kuivassa maassa.

Juuren erittämä lima, kuolleet juuret ja elävistä juurista irtoava solukko tarjoavat suotuisan kasvupaikan mikrobistolle. Mikrobeja onkin juuristossa moninkertaisesti muuhun maahan verrattuna. Mikrobitoiminta juuren ympärillä edesauttaa juurten kasvua. Juurten kasvu ja mikrobitoiminta tukevat toinen toisiaan.

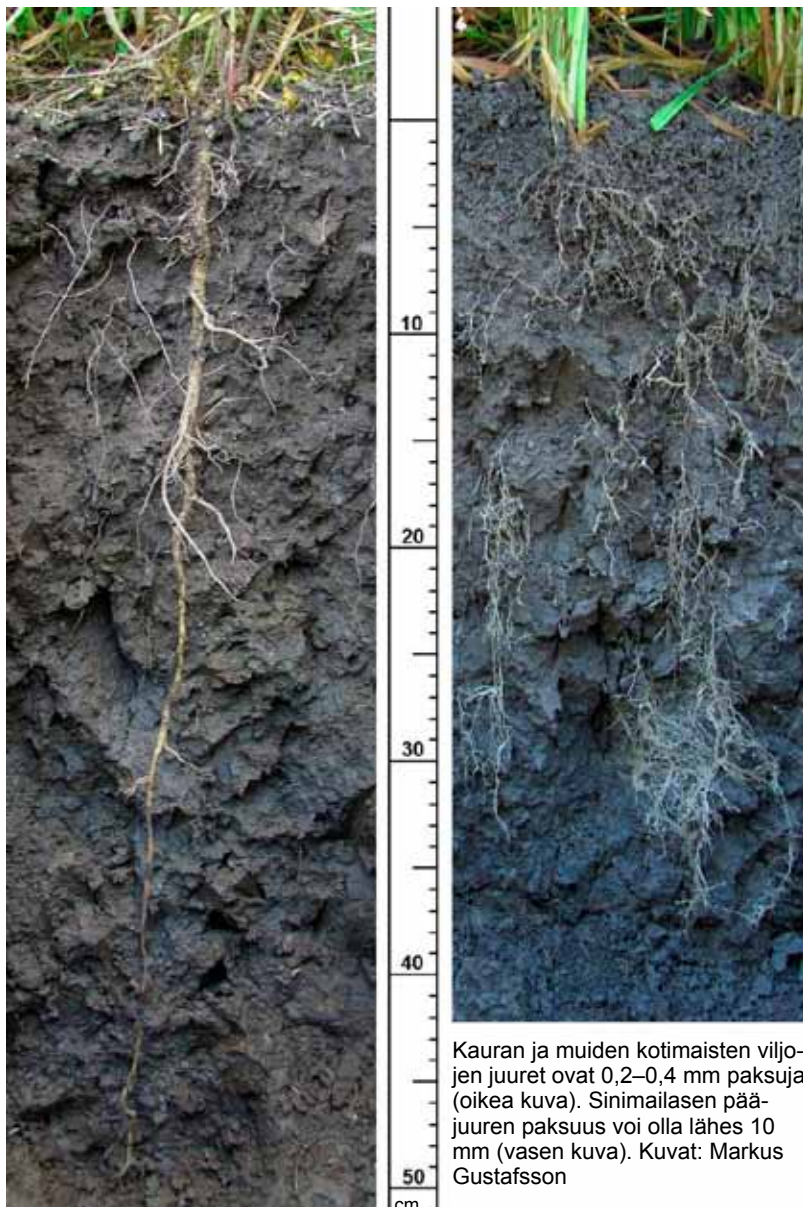
Juuret pyrkivät kasvamaan ensisijassa valmiita kulkuväyliä kuten halkeamia pitkin. Kuva: Markus Gustafsson

Juuren kasvupaine nousee jyrkästi juuren halkaisijan kasvaessa. Siksi paksimmat juuret pystyvät tunkeutumaan tiiviimpään maahan. Erot eri kasvilajien kyvyssä tunkeutua maahan johtuvat pääosin juurten paksuuseroista. Tiiviin maan kohdatessaan kaikkien kasvilajien juuret pyrkivät paksuuntumaan ja siten kokoamaan lisää kasvupainetta.

Juuripaineen muodostumista edesauttavat hyvät kasvuolot eli sopiva veden, ravinteiden ja valon määrä. Riittävä veden- saanti takaa hyvän nestejännityksen juurten soluissa, mikä on juuripaineen muodostumisen edellytys. Hyvät kasvuolot takaavat myös, että kasvilla on riittävät rakennusaineet juurten kasvattamiseen. Usein niitettävät kasvit joutuvat käyttämään rakennusaineita uusien maanpäällisten osien kasvattamiseen jatkuvasti, jolloin rakennusaineita ei riitä juuriin. Siksi esim. säilörehunurmilla on yleensä heikompi juuristo kuin heinä- tai siemennurmilla. Viherlannoitusnurmien tiheä niittäminen vähentää juuriston määrää.



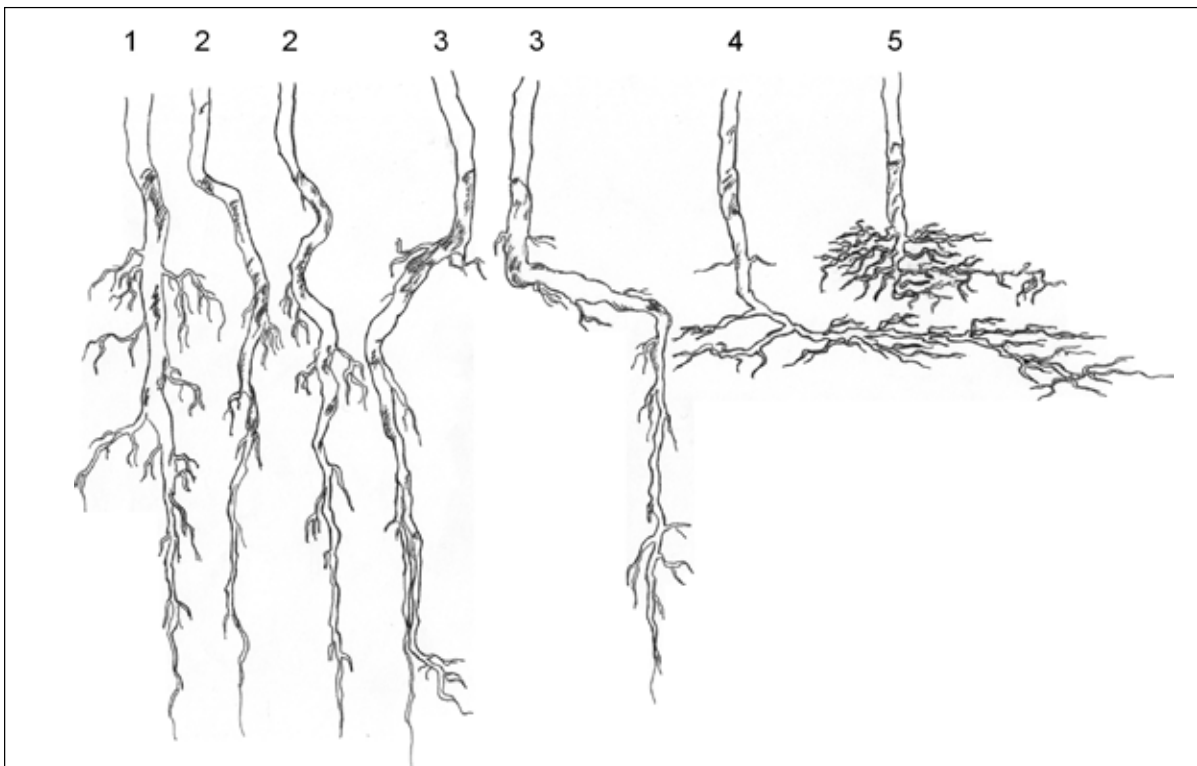
Rypsin juuristoa savimaan halkeamapinnalla. Kuva: Markus Gustafsson



Kauran ja muiden kotimaisten viljojen juuret ovat 0,2–0,4 mm paksuja (oikea kuva). Sinimailasen pääjuuren paksuus voi olla lähes 10 mm (vasen kuva). Kuvat: Markus Gustafsson



Savimaassa kasvavan valkoapilan juuria, joissa näkyy juurikarvoja. Kuva: Markus Gustafsson



Rypsin juuren tunkeutuminen erilaisiin maihin;

- 1) juuri pystyy kasvamaan syvälle ongelmitta,
- 2) merkkejä siitä, että maassa on tiivistymiä,
- 3) juuri on törmännyt tiiviiseen kerrokseen, joutunut kasvamaan sivusuuntaan mutta löytänyt kohdan, josta on päässyt tunkeutumaan syvemmälle,
- 4) juuri ei ole päässyt tunkeutumaan tiiviin kerroksen läpi vaan juuret ovat jääneet maan pintakerrokseen,
- 5) juurten kasvu on estynyt tiivistyneessä maassa.

Kuva on julkaisusta Peltonen-Sainio ym. 2011.

Kasveilla on erilaisia juuristoja

Eri kasvilajeilla ja -lajikkeilla on luontaisesti erilaiset juuristot. Ratkaisevin ero syntyy siitä, kasvaako siemenen itäessä yksi vai kaksi sirkka- eli alkeislehteä.

Kaksisirkkaisilla kasveilla kasvaa itämisen aikana sirkkajuuri, josta kehittyy paksu pääjuuri. Suoraa, alaspäin kasvavaa vahvaa pääjuurta kutsutaan paalujuureksi. Yksisirkkaisilla kasveilla sirkkajuuri surkastuu ja tilalle kasvaa hajajuuria. Ne ovat ohuempia kuin kaksisirkkaisten pääjuuri. Kaksisirkkaiset kasvit pystyvät vahvan pääjuurensa ansiosta tunkeutumaan tiiviimpään maahan kuin yksisirkkaiset.

Keväällä kylvettävät yksivuotiset eli kevätyksivuotiset kasvit eivät ehdi yhden kasvukauden aikana kasvattaa isoa juuristoa. Syksyllä kylvettävien yksivuotisten eli syysyksivuotisten kasvien juuristo ehtii syksyn ja varhaiseen kevään aikana kasvaa isommaksi kuin kevätyksivuotisten kasvien juuristo. Monivuotiset kasvit kasvattavat juuristoa monen kasvukauden ajan, joten juuristo voi kehittyä hyvinkin laajaksi. Monivuotiset, kaksivuotiset ja syysyksivuotiset kasvit ovat siten parempia maanmuokkaajia kuin kevätyksivuotiset.

Juurten kasvutavoissa on isoja eroja. Osa pääasiassa kasvullisesti lisääntyvistä kasveista kasvattaa maan alla vaakasuoraa maavartta ja valtaa sen avulla laajan maa-alan.

Maan rakennetta parantavat tehokkaimmin seuraavanlaiset kasvit:

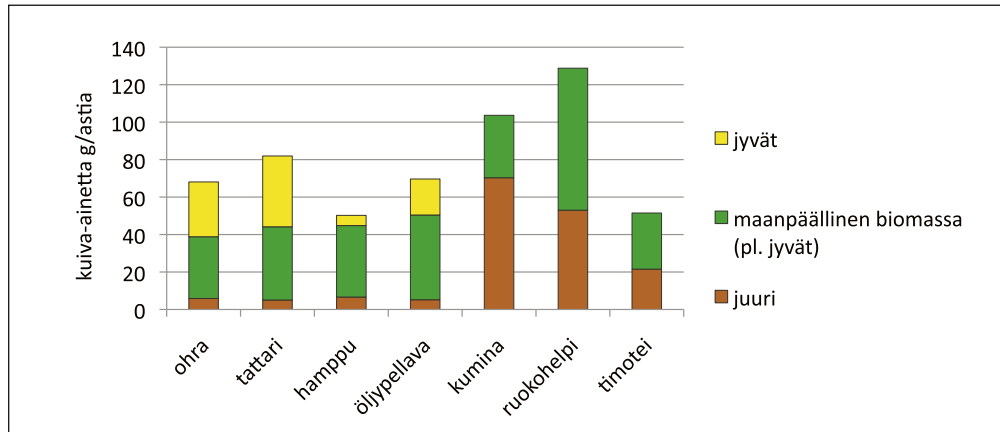
- **kaksisirkkaisten** kasvien **paksu** pääjuuri pystyy tunkeutumaan tiiviiseen maahan paremmin kuin yksisirkkaisten hajajuuret. Erityisen paksu pääjuuri on mm. rypsilä, kuminalla ja sinimailasella. Näiden pääjuuret ovat kuitenkin hyvin erimittaisia.
- **monivuotiset** kasvit ehtivät kasvattaa runsaan juuriston vuosien mittaan
- **syksyllä kylvettävät yksivuotiset** kasvit ehtivät kasvattaa runsaamman juuriston kuin keväällä kylvettävät yksivuotiset kasvit. Syysvehnän juuristo on laajempi kuin kevätvehnän.
- **syväjuuriset** kasvit rei'ittävät ja kuivattavat maata sekä tuottavat eloperäistä ainesta syvälle. Sinimailanen kasvattaa syvän ja voimakkaan juuriston. Heinäkasveista ruokonadalla on syvin juuristo. Kumina, ruisvirna ja puna-apila voivat kasvaa kyntöanturan alapuolelle.
- **laajajuuriset** kasvit vaikuttavat suureen määrään maata. Viljoista kaura kasvattaa laajimman juuriston. Italianraiheinän ja timotein juuriston leveys voi olla suurempi kuin syvyys. Ruokohelven juuristo voi kasvaa sivusuunnassa usean metrin levyiseksi.
- **tiheäjuuriset** kasvit saavat paljon aikaan valtaamassaan maassa. Juuret voivat olla ohuitakin, mutta maa kuivuu tehokkaasti, maahan syntyy runsaasti reikiä ja orgaanista ainesta jää tasaisesti maahan. Heinillä on yleensä tiheä juuristo, erityisen tiheä se on mm. englanninraiheinällä ja ruokonadalla.

Syvällä juuristolla on käytettävissään runsaat vesivarat

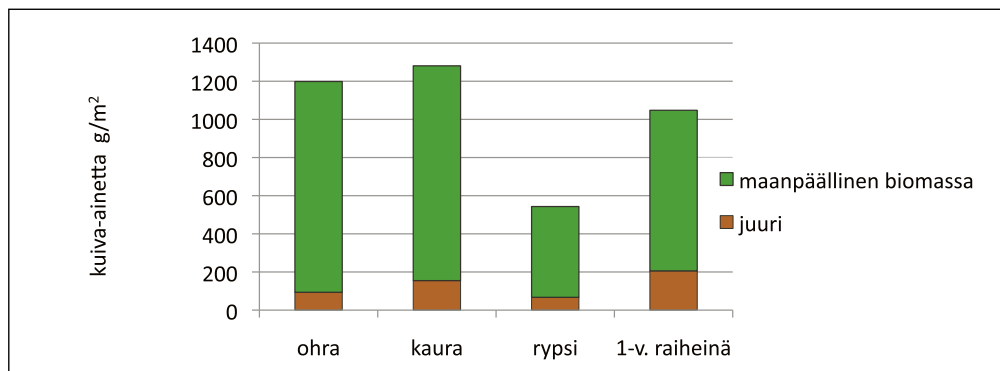
Juuriston syvyys			
	20 cm	50 cm	80 cm
savi	32 mm	80 mm	128 mm
hiesu	44 mm	110 mm	176 mm
hieta	40 mm	100 mm	160 mm
turvemaa	90 mm	225 mm	360 mm

Syvälle kasvavalla juuristolla on käytettävissään runsaammat vesivarat kuin matalalla juuristolla. Siksi syväjuuriset kasvilajit ovat poudankestävämpiä kuin matalajuuriset, ja siksi on tärkeää, että juuret pääsevät tunkeutumaan syvälle. Taulukko kertoo, mikä on kasvien käytettävissä olevan vesimäärän suuruusluokka eri maalajeilla, kun juuriston syvyys on 20, 50 tai 80 cm. Käytettävissä oleva vesimäärä tarkoittaa vettä, joka jää maahan sen jälkeen, kun maahan sitoutumaton vesi on valunut pois sadekauden jälkeen ja joka ei ole niin tiukasti sitoutunut maahiukkasten pintaan, etteivät kasvit pystyisi sitä ottamaan. Vesimäärä on ilmaistu millimetreinä sadetta. Vaikka hiesumaassa on käytettävissä paljon vettä, todellisuudessa se on poudanarka maalaji, koska haihdunta on suurta veden nopean kapillaarisen nousun takia.

Yksivuotisilla kasveilla on vaatimattomat juuristot

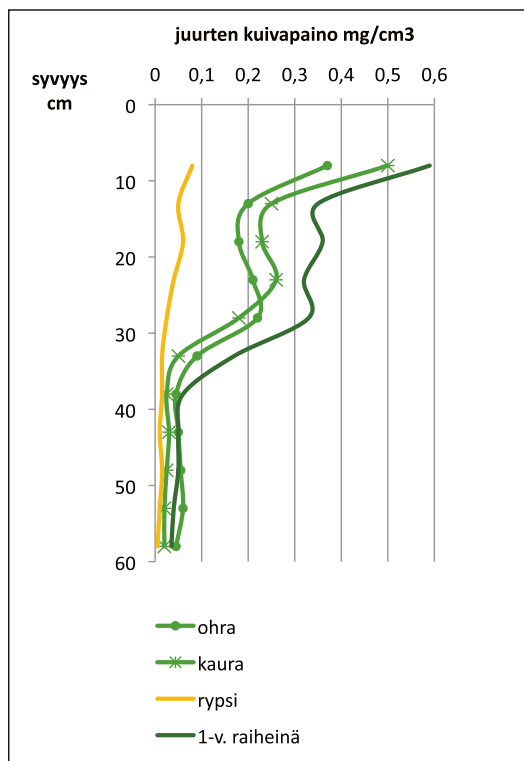


Juuriston ja maanpäällisten kasvinosien biomassoja astiakokeessa sadonkorjuun aikaan (ohra, tattari, öljypellava) tai syyskuun alussa kylvövuonna. Yksivuotisten kasvien ohran, tattarin, hampun ja öljypellavan juuristo on erittäin vaatimaton verrattuna monivuotisten kasvien juuristoihin. Kokeessa mukana olleista kasveista kumina tuotti eniten juurimassaa suhteessa maanpäällisiin osiin. Kuvan tiedot ovat peräisin julkaisusta Hakala ym. 2009.

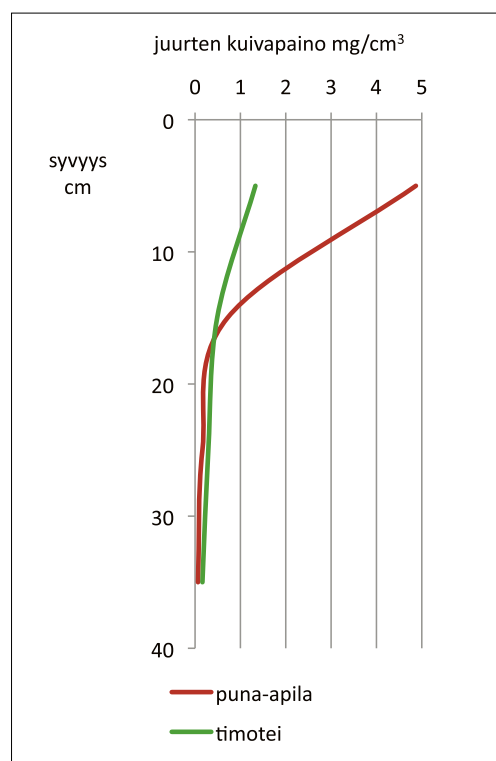


Keväällä kylvettävistä yksivuotisista kasveista raiheinän juurimassa on muita suurempi. Mittaus on tehty 0–60 cm:n syvyydestä kukinnan aikaan, jolloin juurten biomassa on suurimmillaan. Kuvan tiedot ovat peräisin julkaisusta Pietola ja Alakukku 2005.

Suurin osa juurten biomassasta sijaitsee maan pintakerroksissa

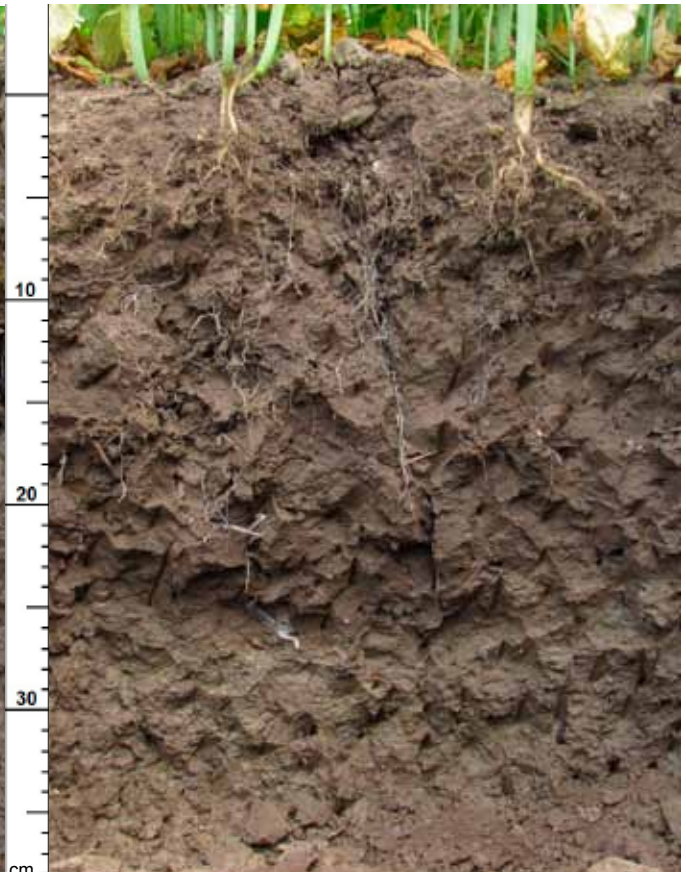


Suurin osa yksivuotisten kasvien hienojen juurten kuivapainosta sijaitsee 0–20 cm:n kerroksessa, ja 30 cm:n jälkeen juurten määrä pienenee dramaattisesti. Juuriston määrä on määritetty viljojen ja rypsin kukinnan aikaan. Tiedot ovat peräisin julkaisusta Pietola ja Alakukku 2005.

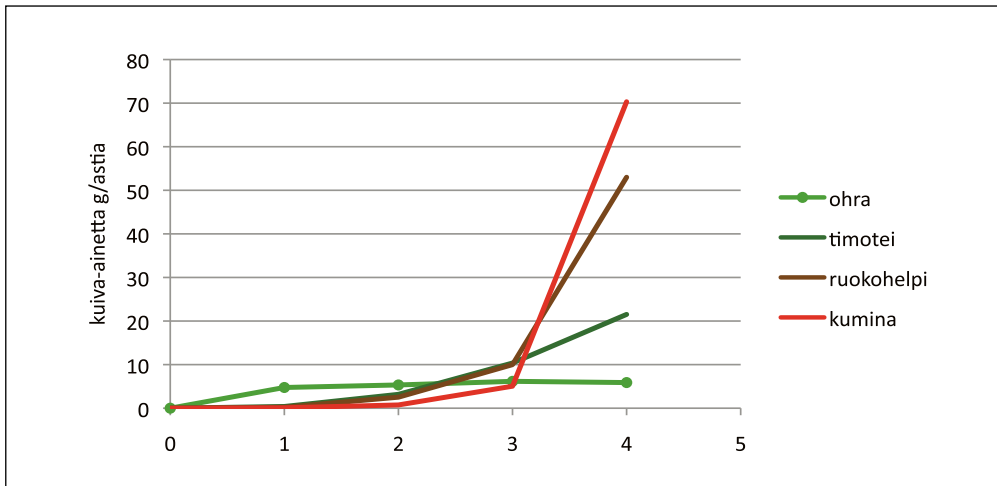


Suurin osa myös monivuotisten kasvien juurista sijaitsee 0–20 cm:n kerroksessa. Puna-apilalla ero syvempiin kerroksiin on selvä. Timotein juuret jakautuvat tasaisemmin koko tutkitulle 0–40 cm:n syvyydelle. Määrät on mitattu heinäkuun alussa kasvien kolmantena kasvuvuonna. Kuvan tiedot ovat peräisin julkaisusta Niemi ym. 2005.

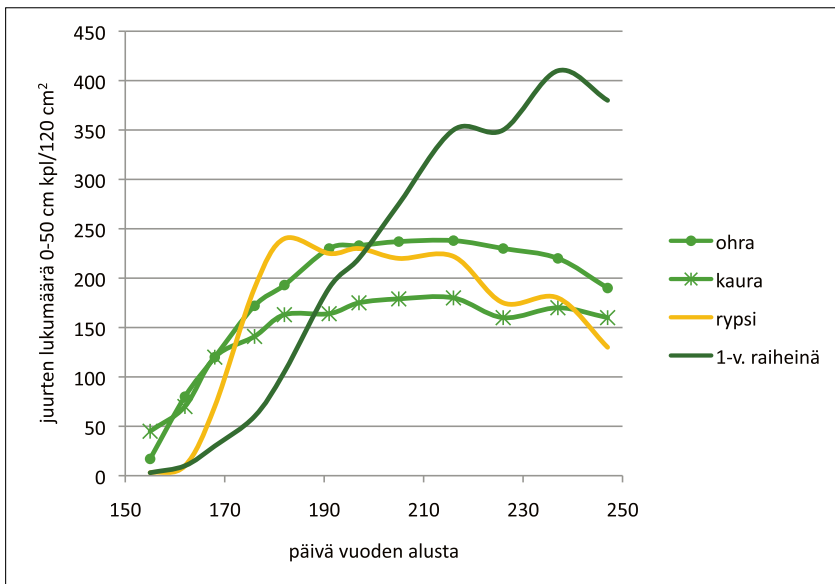
Juurten kasvurytmit ovat erilaisia



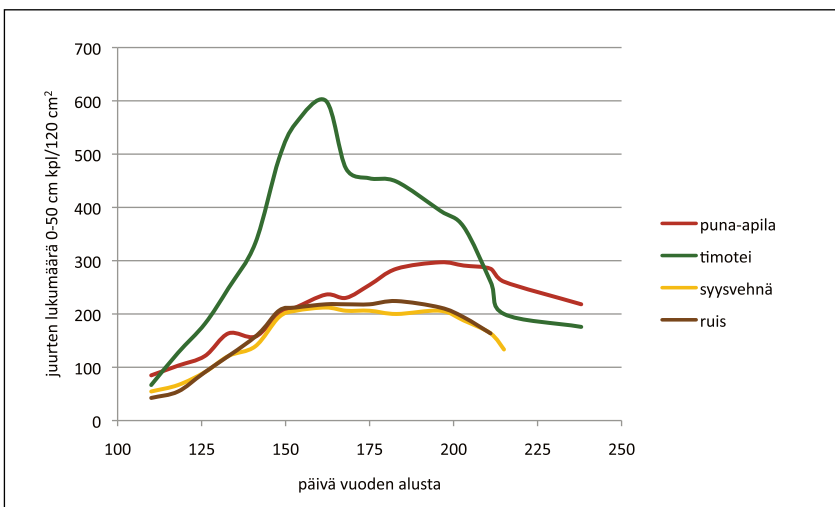
Syysrypsi (vasemmalla) ja kevätrypsi (oikealla) kynetyssä maassa 5.7. Syysrypsi on ehtinyt kasvattaa huomattavasti vahvemman juuriston kuin kevätrypsi. Kuvat: Markus Gustafsson



Ohran juuristo kasvaa kylvön jälkeen nopeammin kuin monivuotisten kasvien, mutta kasvu loppuu jo kukinnan aikaan. Kuvassa ajankohta 0=kylvöpäivä, 1= 24.6., 2= 7.7., 3=21.7., 4=1.9. tai sadonkorjuu. Hitaan alun jälkeen monivuotisten kasvien kasvu kiihtyy ja jatkuu pitkälle syksyyn asti. Kuvan tiedot ovat peräisin julkaisusta Hakala ym. 2009.



Viljojen ja rypsin juurten lukumäärät (mitattuna maahan asetetusta läpinäkyvästä putkesta 0–50 cm:n maakerroksesta) eivät lisääntyneet enää kukinnan jälkeen, mutta raiheinän juurten määrä jatkoi kasvuaan myöhäiseen syksyyn. Samalla jatkui ravinteiden ja veden otto maasta vähentäen ravinteiden huuhtoutumisriskiä. Tiedot ovat peräisin julkaisusta Pietola ja Alakukku 2005.

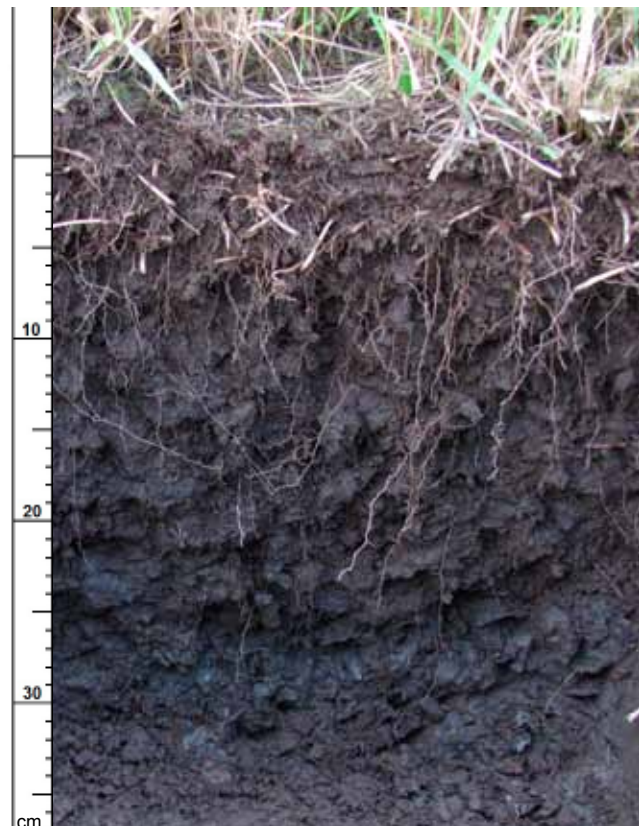


Juurten määrät (mitattuna maahan asetetusta läpinäkyvästä putkesta 0–50 cm:n maakerroksesta) kaikkien kasvien ensimmäisen talvehtimisen jälkeen. Timotein juuristo kehittyi selvästi nopeammin kuin muiden kasvien. Tiedot ovat peräisin Pietolan ja Alakukun julkaisemattomasta aineistosta.



Kynnetyllä maalla kasvavan rypsin juuristot 5.7. (vasemmalla) ja 1.8. (oikealla). Kevätrypsin paalujuuren paksuus kaksinkertaistui heinäkuun aikana. Myös juuriston syvyys oli hieman kasvanut ja juurimassaa oli tullut lisää. Kuvat: Markus Gustafsson

Monivuotiset nurmet ovat tehokkaita maan muokkaajia



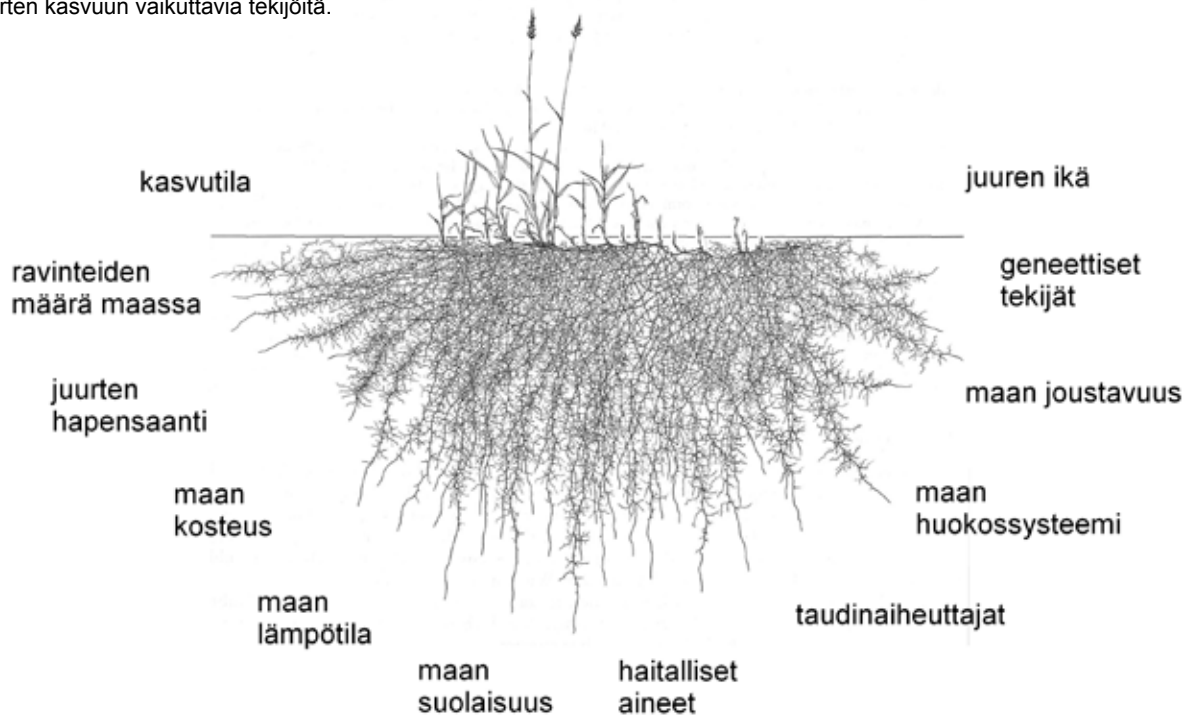
10-vuotiaalla tulvapellolla kasvoi puna-apila-timotei –nurmea. Kuvauskohdassa oli lähinnä timoteitä. Maa murustui 0–20 cm:n kerroksessa pieniksi, kestäviksi muruiksi, ja juuret kasvoivat tasaisesti maahan. Kuvat on otettu 1.8. Kuvat: Markus Gustafsson

Olosuhteet säätelevät juurten kasvua

Vaikka eri kasvilajien juurilla on tyypilliset kasvutavat, olosuhteet kuitenkin vaikuttavat siihen, millaiseksi juuristo lopulta kasvaa. Kasvuun vaikuttavat

- geneettiset tekijät; kasvilajeilla ja -lajikkeilla on luontaisesti erilaiset juuristot.
- ravinteiden määrä maassa; kasvi tarvitsee ravinteita elintoimintojensa ylläpitoon sekä juurten ja maanpäällisten osien kasvattamiseen.
- juurten hapensaanti; juuren solut tarvitsevat happea hengitykseensä. Jotta hapensaanti olisi turvattu, maan kokonaistilavuudesta 10 % (huokosten tilavuudesta siis noin 20 %) pitäisi olla ilman täyttämää. Hapen pitää liikkua maasta juureen ja hiilidioksidin juuresta pois.
- maan kosteus; kun kasvi saa riittävästi vettä maasta, sen nestejännitys säilyy hyvänä ja juuri pystyy muodostamaan suuren paineen kasvupisteeseensä ja tunkeutumaan maahan. Riittävä vesimäärä takaa myös monia muita elintoimintoja ja edistää kasvin ja juuren kasvua. Lisäksi vesi toimii voiteena maahiukkasten välissä ja helpottaa niiden siirtymistä pois juuren kasvun tieltä.
- maan lämpötila; kaikille biologisille toiminnoille, niin myös juurten kasvu, on olemassa optimilämpötila.
- maan suolaisuus; juurta ympäröivässä maanesteessä ei saa olla liikaa suoloja, jotta kasvin vedenotto ei häiriinny. Viljavuusanalyysin johtoluku kertoo maanesteen suolapitoisuuden. Turvallinen arvo on alle 10 (=1 mS/cm).
- haitalliset aineet; maahan joutuneet haitalliset aineet (raskasmetallit, torjunta-aineiden jäämät, erilaiset myrkylliset aineet) voivat häiritä juurten kasvua.
- taudinaiheuttajat; maassa voi esiintyä taudinaiheuttajia, jotka tarttuessaan kasviin heikentävät kasvin ja juuren kasvua.
- maan huokossysteemi; huokosten koko ja jatkuvuus säätelevät aineiden (vesi, kaasut, ravinteet) liikkumista maassa ja vaikuttavat siihen, kuinka helposti aineet siirtyvät juuren ja maan välillä.
- maan ”joustavuus”; maahiukkasten välinen kitka vaikuttaa siihen, kuinka paljon voimaa juuri tarvitsee siirtääkseen hiukkasia syrjään kasvunsa tieltä. Kitkaan vaikuttavat mm. hiukkasten muoto ja maan kosteus.
- juuren ikä; nuoret juuret kasvavat tarmokkaammin kuin vanhat juuret.
- kasvutila; kasvi kasvattaa erilaisen juuriston harvassa kuin tiheässä kasvaessaan.

Juurten kasvuun vaikuttavia tekijöitä.

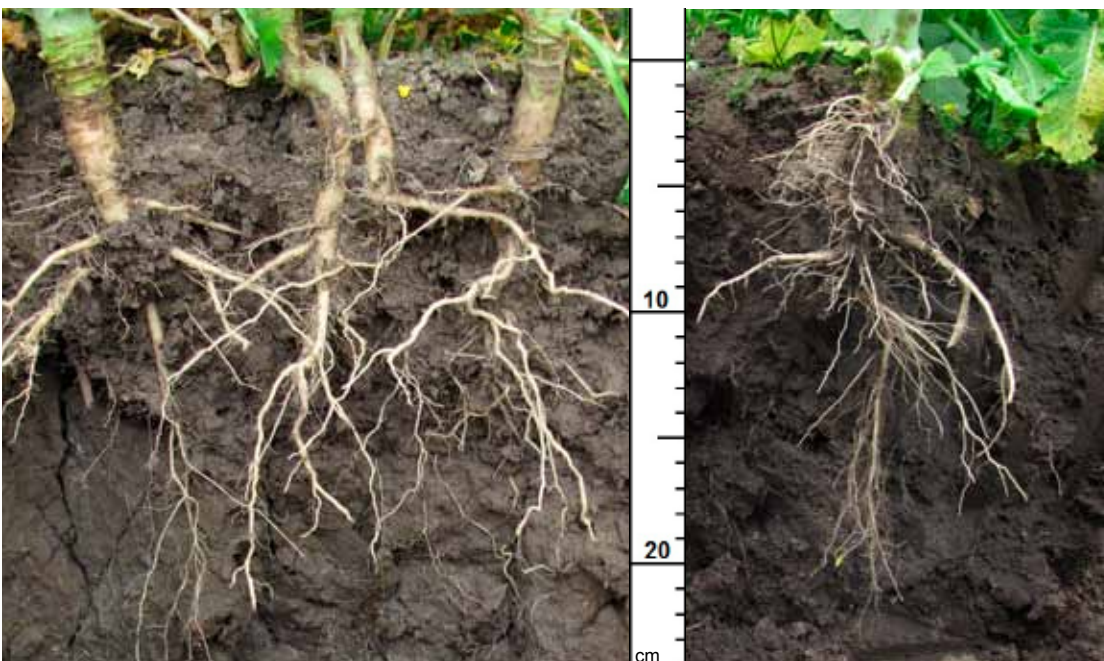


Muokkausmenetelmä vaikuttaa juurten kasvuun



Rypsin juuristo kynnetyssä (vasen kuva) ja kevytmuokatussa (oikea kuva) maassa elokuun alussa. Kynnetyssä juuret kasvavat halkeamia pitkin, kevytmuokatussa tasaisemmin. Kuvat: Markus Gustafsson

Maalaji vaikuttaa juurten kasvuun



Syysrapsi savimaalla (vasemmalla) ja multamaalla (oikealla) 11.6.

Multamaalla syysrapsi kasvatti lyhyemmän pääjuuren ja vähemmän suuria sivujuuria, mutta noin 1 mm paksuja juuria oli hyvin tiheästi. Tämä voi johtua maan hyvästä ravinnetilasta ja korkeasta orgaanisen aineksen määrästä, joka sitoo hyvin vettä maan pintakerrokseen. Selvästi havaittavat juuret kasvoivat noin 20–25 cm syvyydelle.

Savimaalla pääjuuri oli haarautunut useammiksi sivujuuriksi, jotka tunkeutuivat selvästi syvemmälle kuin multamaalla. Noin 1 mm juuria oli selvästi vähemmän. Selvästi havaittavat juuret kasvoivat noin 30–35 cm syvyydelle. Juurien piti tunkeutua maassa syvemmälle ja laajemmalle, koska ravinteiden ja veden saanti ei ollut yhtä helppoa kuin multamaalla. Kuvat: Markus Gustafsson



Luonnonhoitopellon kasvien (apila, timotei, muita heiniä) juuria savimaalla (vasemmalla) ja multamaalla (oikealla). Multamaalla juuret kasvoivat tasaisesti kaikkialle maahan. Jotkin juuret kasvoivat 30 cm:n syvyydessä olevaan hiekkamaahan. Savimaalla juuret kasvoivat yleisesti hieman syvemmälle kuin multamaassa. Yli 30 cm:n syvyydessä oli kuitenkin vain vähän juuria. Kuvat: Markus Gustafsson

Kasvitaudit heikentävät kasvua



Kasvitaudit heikentävät juurten kasvua. Möhöjuuritautin saanut rypsin juuri (vasemmalla) on selvästi heikompä kuin terve juuri. Kuva on otettu 1.8. Kuva: Markus Gustafsson

Häiriötekijät heikentävät kasvua



Kauraa hyvissä (vasemmalla) ja huonoissa (oikealla) kasvuoloissa eri pelloilla heinäkuun lopussa. Kumpikin pelto oli savimaata ja kynnetty. Hyvin kasvavan kauran juuret olivat vahvoja, ja 30–40 cm:n syvyyteen asti oli paljon juurimassaa. Juuret menivät myös syvemmälle. Huonosti kasvaneessa maassa edellisvuoden kasvintähteet ja tiivis pohjamaa rajoittivat juurten kasvua syvemmälle maahan. Vain muutama juuri oli päässyt halkeamasta syvemmälle maahan. Kuvat: Markus Gustafsson



Kyntöviilun pohjalle jäänyt edellisvuoden olkipatja, joka häiritsee juurten kasvua. Kuva: Merja Myllys

Erilaisten juuristojen yhteistyön etuja

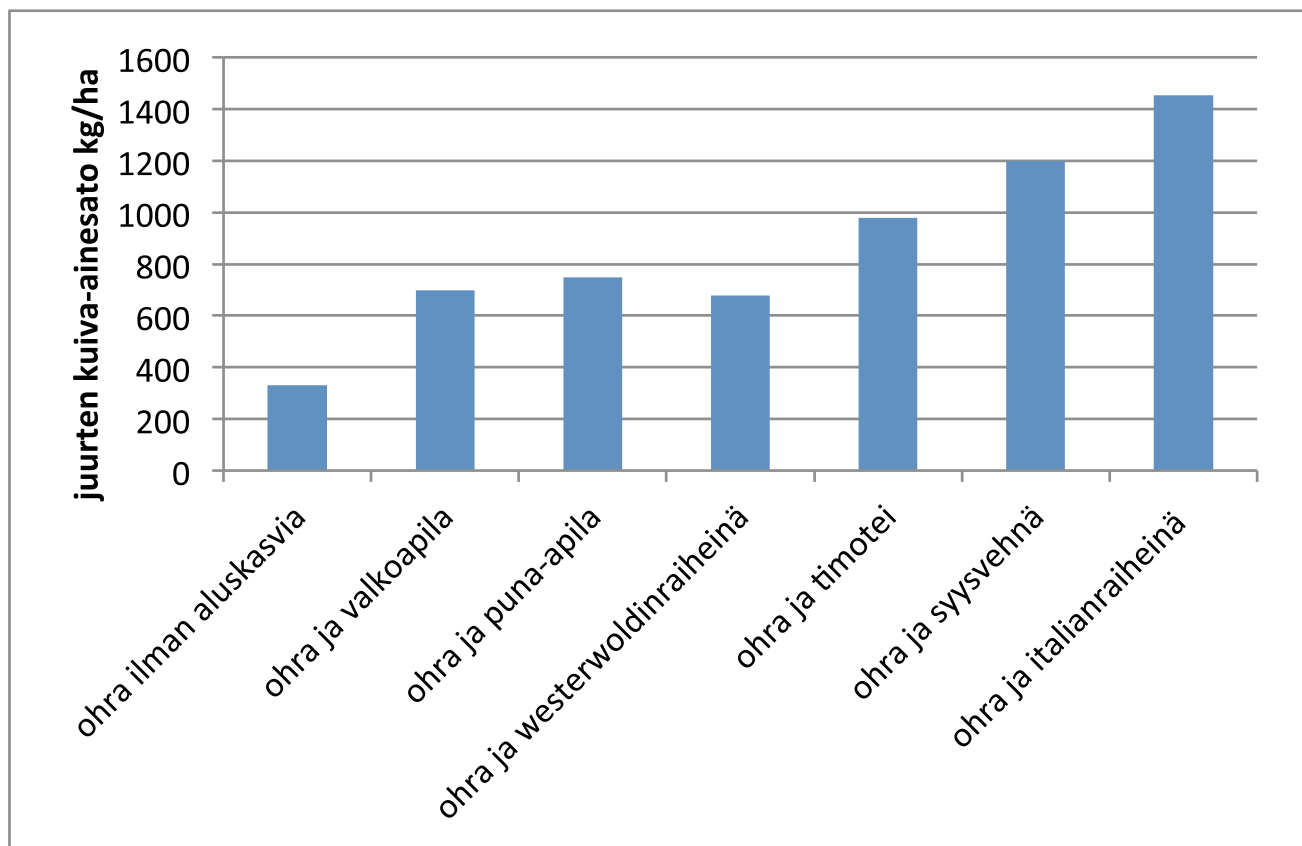
Sekaviljelyllä eli kahden tai useamman kasvilajin samanaikaisella viljelyllä pyritään vähentämään yksipuolisen viljelyn haittoja. Sillä pystytään myös yhdistämään eri kasvilajien juuristojen etuja. Syväjuurisen ja laajajuurisen kasvilajin sekaviljelyllä juuristo ulottuu suurempaan määrään maata kuin vain yhtä kasvia viljelemällä. Kahta eri aikaan kasvavaa kasvilajia yhdistämällä voidaan pidentää toimivan juuriston elinaikaa. Kasvutavaltaan ja ravinnevaatimuksiltaan erilaiset lajit täydentävät sekaviljelyssä toisiaan.

Sekaviljelyä voi toteuttaa monin tavoin. Varsinaisen viljelykasvin joukkoon kylvetyt **aluskasvit** jatkavat kasvuaan viljelykasvin sadonkorjuun jälkeen. **Päällekkäisviljelyssä** (kaksoiskylvössä) syysvilja kylvetään jo keväällä kasvamaan yhdessä yksivuotisen kevätkylvöisen päällyskasvin kanssa. Päällekkäisviljelyn onnistumisessa on riskinsä, mutta juuriston

kannalta etu on selkeä; syysviljan juuristo on jo päällyskasvin korjuun aikaan vahvempi kuin syksyllä kylvetyn viljan juuristo ennen talventuloa. Varhain korjatun viljelykasvin jälkeen kylvettävä **kerääjäkasvi** pidentää pellon kasvillisuutta aikaa.

Sekaviljelymenetelmien avulla maanpinta voidaan pitää kasvipeitteisenä myöhäiseen syksyyn asti, ja täysin kasviton ja juureton vaihe voidaan jättää jopa kokonaan pois. Kasvipeite suojaa maata eroosiolta. Kasvien ravinteiden otto jatkuu pitkälle syksyyn vähentäen ravinteiden huuhtoutumista. Monipuolinen kasvilajisto lisää viljelyvarmuutta eri oloissa, mikä puolestaan lisää juurten maata parantavaa merkitystä. Nurmipalkokasvit monipuolistavat nurmia entisestään ja sitovat maahan typpeä. Palkokasvien paalujuuret työntyvät syvälle, kun heinien tiheä juuristo kuohkeuttaa erityisesti ylempää maakerrosta.

Sopivia alus- ja kerääjäkasveja ja sopivia kylvösiemenmääriä käyttämällä viljelyn ympäristöhaittoja voidaan vähentää huomattavasti viljelykasvien satomäärien kärsimättä.



Aluskasvi lisää maassa myöhään syksyllä olevaa juurimassaa huomattavasti. Juurimassa on määritetty 0–25 cm:n syvyydestä. Tiedot ovat peräisin julkaisusta Känkänen ja Eriksson 2007.



Ohran aluskasvina kasvanutta englanninraiheinän kasvustoa (vas.) sekä juuristoa (oik.) syksyllä puinnin jälkeen Kuva Kari Koppelmäki

Tattaria, jonka aluskasvina kasvaa kuminaa, kynnettyssä pellossa savimaalla 9.8. Tattari on yksivuotisenä selvästi kasvussa edellä. Suurin osa pääjuuresta haarautuneista juurista sijaitsee 0–15 cm:n syvyydessä, mutta joitain ulottuu 30 cm:n syvyyteen. (Kuvassa 20 cm:n syvyydessä näkyvät paksut juuret ovat jäänteitä edellisvuoden viherlannoitusnurmesta.) Pintaan kylvetyn kuminan juuri oli pari millimetriä paksu ja noin 5 cm pitkä. Kuminan juuri jatkaa kasvuaan tattarin korjuun jälkeen ja ulottuu seuraavana vuonna todennäköisesti jo puolen metrin syvyyteen.

Kasvilajien juuristoille ominaista

Seuraavassa esitellään eri kasvilajeille tyypillisiä juuriston ominaisuuksia. Kasvilajit on ryhmitelty sen mukaan, onko niillä pääjuuri (kaksisirkkaiset) vai hajajuuri (yksisirkkaiset) ja ovatko ne yksi- vai monivuotisia.

Suomen viljelykasveista vilja- ja heinäkasvit ovat yksisirkkaisia ja muut kaksisirkkaisia.

Juuristotietopaketissa esitettävät piirroskuvat kasvien juurista ovat peräisin **ulkomaisista** julkaisuista. Kasvilajikkeet ja olosuhteet poikkeavat Suomen oloista, joten kuvat kertovat juurten ominaisuudet vain **suuntaa-antavasti**.

Valokuvat on otettu vuonna 2012 Uudellamaalla sijaitsevilla pelloilla Ravinnehuhtoumien hallinta -hankkeen yhteydessä. Kuvat ovat **esimerkkejä** juurista tietyllä hetkellä tietyissä kasvuoloissa. Kuvaaja: Markus Gustafsson, jollei toisin ole mainittu.

Yksisirkkaiset yksivuotiset viljelykasvit

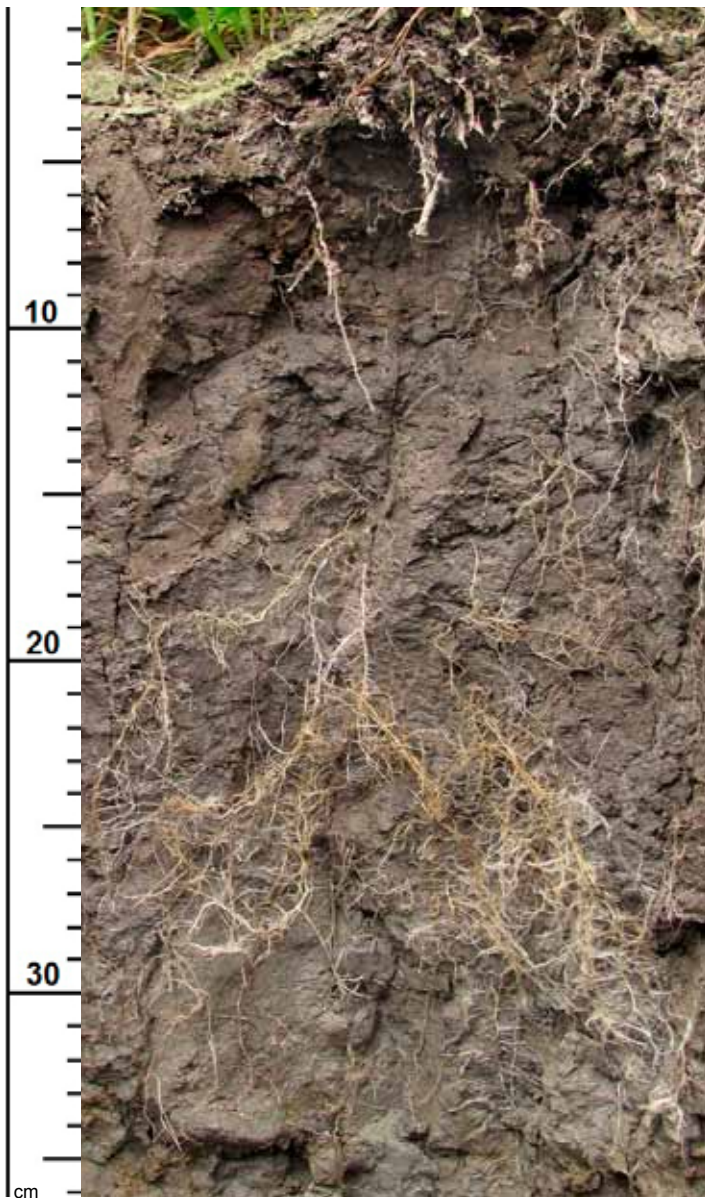
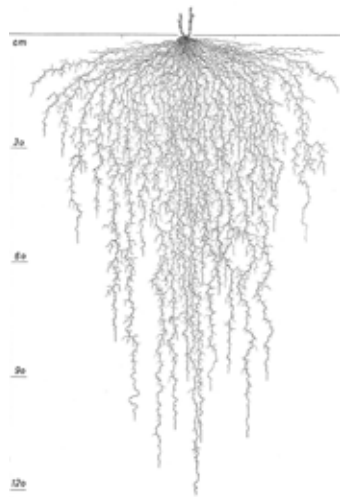
Kotimaiset viljat sekä italian- ja westerwoldinraiheinät ovat yksisirkkaisia ja yksivuotisia viljelykasveja. Yksisirkkaisten yksivuotisten kasvien juuristot ovat melko vaatimattomia.

Viljoille on tyypillistä, että ne kasvattavat sivuttaissuunnassa laajemman juuriston kuin nurmikasvit. Kasvuolot vaikut-

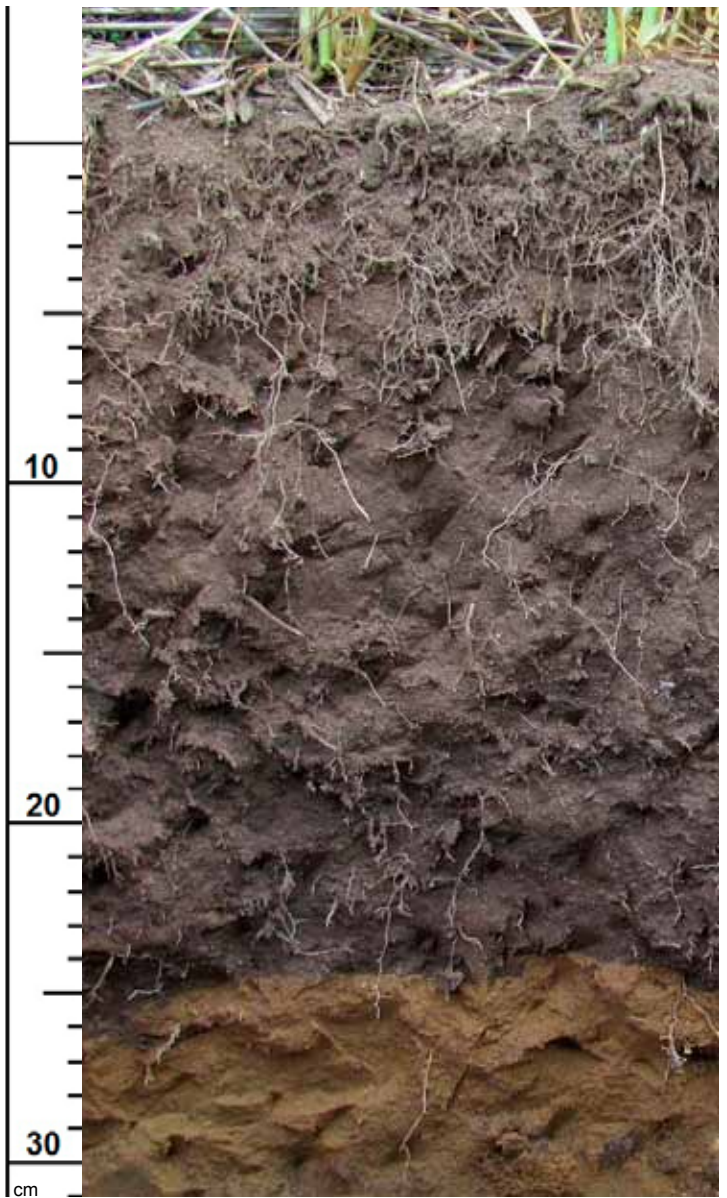
tavat juuriston syvyyteen ja leveyteen, eikä niistä voi antaa selkeitä mittoja. Hiekkapitoisessa maassa juuret kasvavat yli metrin syvyyteen ja levittäytyvät laajalle. Toisaalta kuivissa olosuhteissa, jossa myös pohjamaa on kuivaa, juurten kasvu voi rajoittua syvyydeltään vain muutamaan kymmeneen senttimetriin.

Ruis (*Secale cereale*)

Rukiin hajajuuristossa on yleensä 3–4 pääjuurta. Juuristo haarautuu vähemmän kuin syysvehnän ja on yleensä matalampi. Syysviljat muodostavat maan pintakerroksia sitovan juuriston, joka suojaa maata eroosiolta syksyn ja kevään valunta-aiheppujen aikana.



Syysruis jäykässä savimaassa 6.6. Maa oli kevytluokattu. Juuret kasvoivat suurimmaksi osaksi maassa oleviin suuriin halkeamiin, joihin lähes kaikkiin oli muodostunut juurimatto. Muuten maassa ei ollut kuin yksittäisiä juuria siellä täällä.



Syysruis kynnettyssä multamaassa 12.6. Pohjamaa oli rantahiekan kaltaista. Rukiin juuret kasvoivat tasaisesti noin 25 cm:n syvyyteen asti. Sen alla oli yksittäisiä juuria noin 50 cm:n syvyyteen asti.



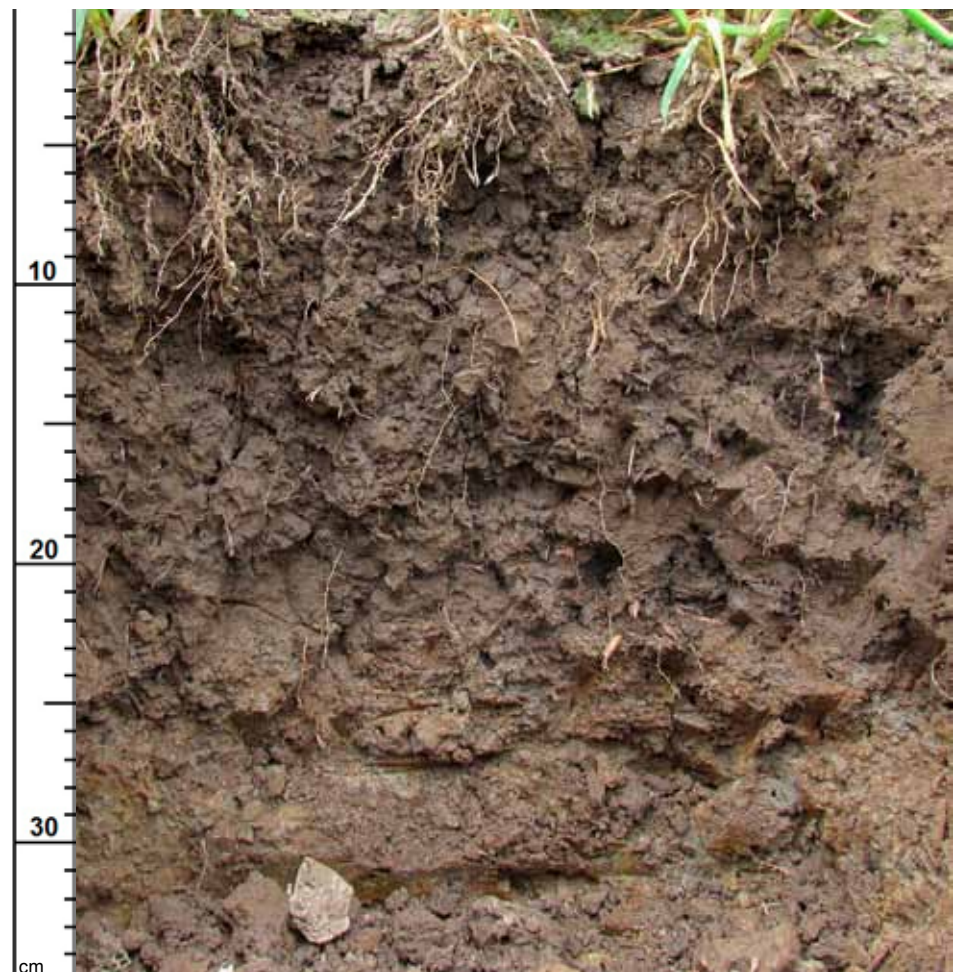
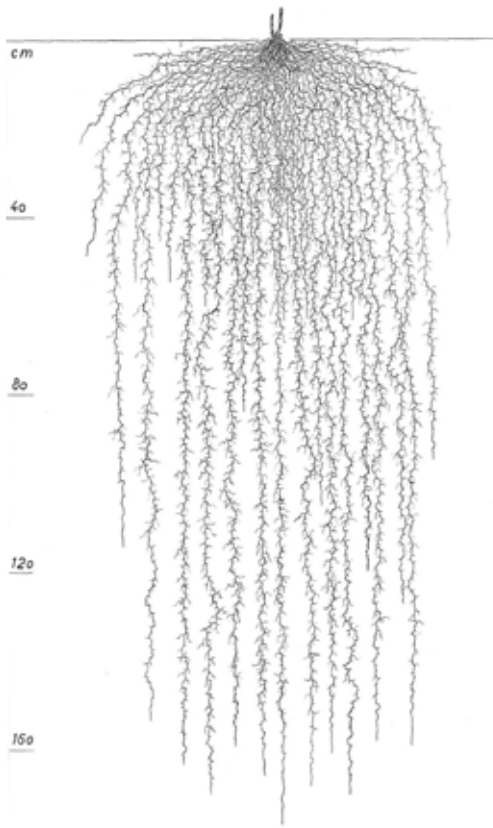
Vehnä (*Triticum aestivum*)

Vehnän hajajuuristossa on yleensä kolme pääjuurta. Ensimmäiset juuret kasvavat suoraan alaspäin. Myöhemmin ne leviävät ensin laajemmalle ja suuntautuvat sitten alaspäin. Vehnän juuristolle on tyypillistä tiheä haarautuminen ja se, että useat juuret kasvavat lähes juuriston maksimisyvyyteen asti. Juuret ovat suhteellisen ohuita. Kuivassa kasvupaikassa juuristoon kehittyy runsaasti juurikarvoja, jotta kasvi pystyy hyödyntämään huokosten sitomaa vettä tehokkaammin.

Pidemmän kasvuajan vuoksi syysvehnällä on syvemmälle ulottuva juuristo kuin kevätvehnällä. Kylvösyksynä syysvehnä kasvattaa nimenomaan juuristoa; kasvukauden päättyessä oraan korkeus on alle 10 cm mutta juuristo on voinut saavuttaa jo 2/3 lopullisesta syvyydestään.



Kevätvehnä kynnettyssä savimaassa 17.7. Pääjuuret kasvoivat ylimmässä 15 cm:ssä, jossa oli hyvä mururakenne. Alempana maan rakenne oli selvästi massiivisempaa ja kosteampaa, mutta silti juuret kasvoivat suhteellisen tasaisesti yli 40 cm:n syvyyteen.

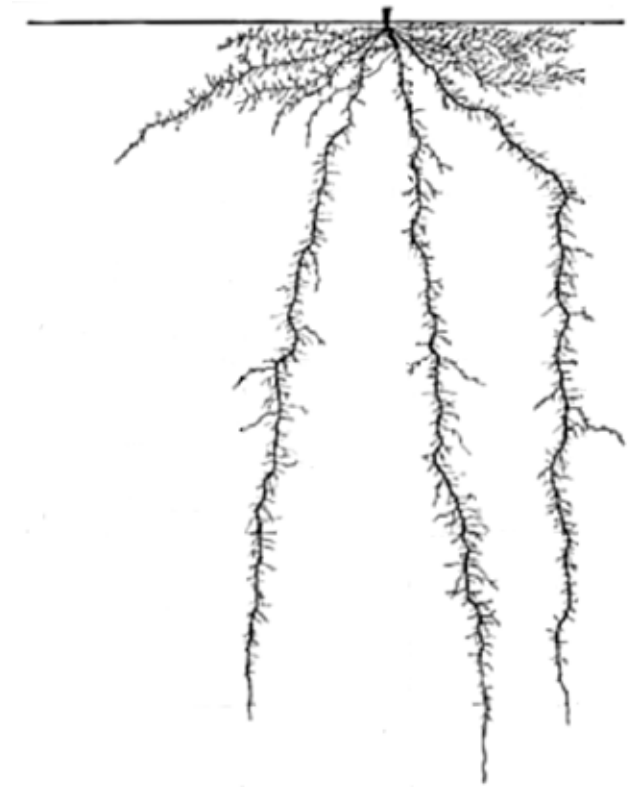


Syysvehnä kynnettyssä savimaassa 11.6. Suurin osa juurista kasvoi hyvärakenteisessa ja runsaasti orgaanista ainesta sisältävässä pintamaassa 0–15 cm:n syvyydessä. Syvemmällä maa oli tiiviimpää savea, jossa yksittäiset juuret pääsivät kasvamaan 35 cm:n syvyyteen asti.

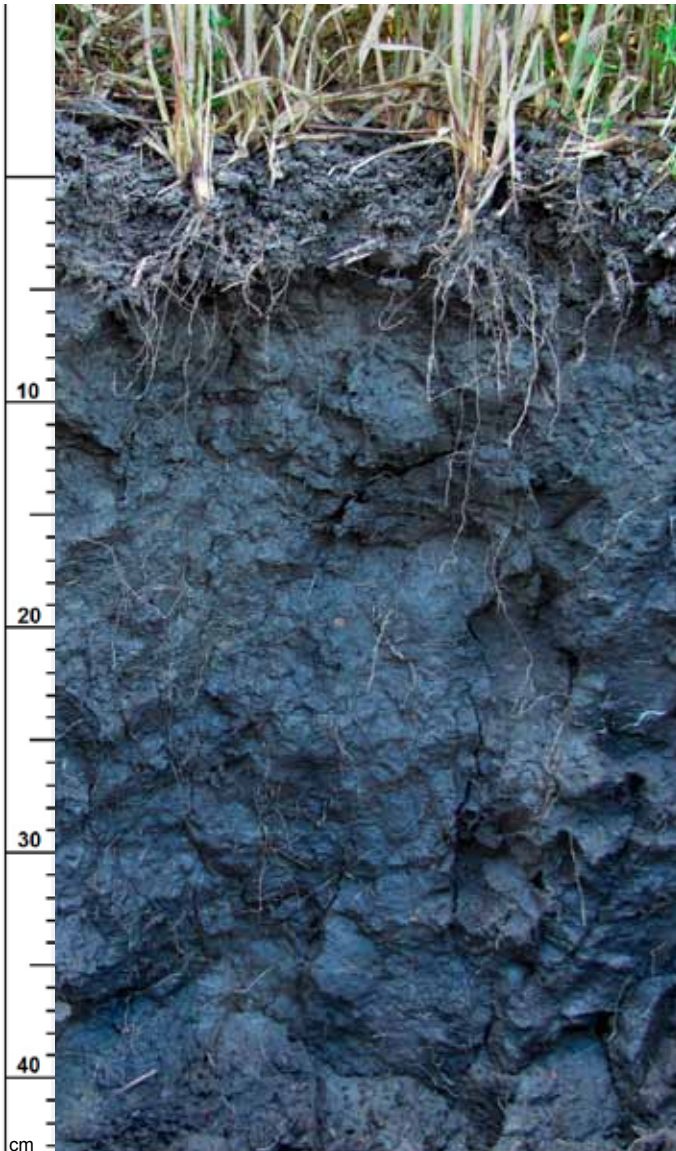


Ohra (*Hordeum vulgare*)

Ohran juuristo on hyvin samankaltainen kuin kevätvehnän mm. juurten haarautumisen ja laajuuden osalta. Ohran juuristo kasvaa usein kuitenkin lähempänä maan pintaa kuin kauran ja vehnän. Juuristo kasvaa vaakatasossa usein noin 15–30 cm levyiseksi. Juuret voivat tietyissä tapauksissa jakautua selkeästi eri maakerroksiin. Maan tiivistymät vaikuttavat ohran juuriston kasvuun voimakkaasti esimerkiksi lisäten juurten haaroittumista ja leviämistä sivusuunnassa. Myös maan huono happitila esimerkiksi jäykissä savimaissa voi rajoittaa juurten kasvun lähelle maan pintaa.



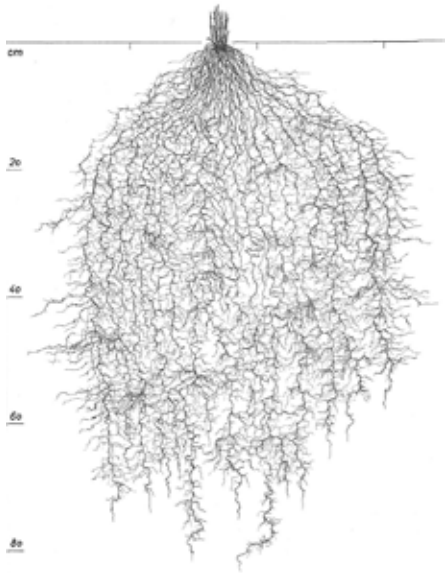
Ohran piirroskuva on peräisin eri julkaisusta kuin muiden viljojen kuvat ja kuvaa ohran juuristoa kasvun alkuvaiheessa.



Ohra kevytluokatussa savimaassa 17.7. Pääosa juurista sijaitsi ylimmässä 10 cm:ssä, jossa maa oli muruista. Syvemmällä tiiviimmässä maassa juuria oli tasaisesti vaikkakin harvassa.

Kaura (*Avena sativa*)

Kauran hajajuuristossa on 3–5 pääjuurta, jotka haaraantuvat voimakkaasti. Kaura kasvattaa muihin viljoihin verrattuna runsaan juuriston. Juuristoon kehittyy runsaasti juurikarvoja, joiden pituus voi olla 2,5 mm. Kauran juuristo kasvaa sivusuunnassa suhteellisen leveäksi.



1–3 mm:n pituisia juurikarvoja kauran juurissa.

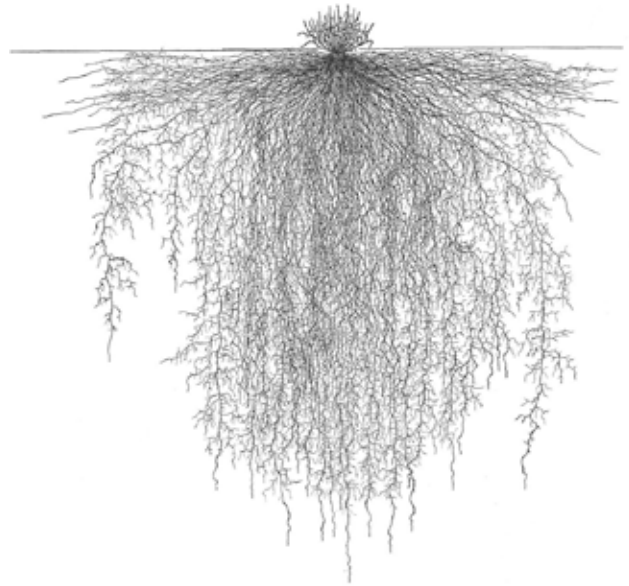


Kaura kynnettyssä savimaassa 19.7. Kauran juuret olivat vahvoja, ja 30–40 cm:n syvyyteen asti oli paljon juurimassaa. Juuret kasvoivat sitäkin syvemmälle. Yli 15 cm:n syvyydessä juuret hakeutuivat halkeamiin, joihin kasvoi suorastaan juurimattoja.



Italianraiheinä (*Lolium multiflorum*)

Italianraiheinä on kaksivuotinen. Se talvehtii huonosti Suomen olosuhteissa, joten sitä viljellään Suomessa yksivuotisena. Italianraiheinällä on enimmillään neljä sikkajuurta, jotka haarautuvat voimakkaasti. Juuret levittäytyvät laajalle vaakasuoraan ja kaareutuvat alaspäin. Juuriston leveys voi olla suurempi kuin syvyys. Juuristo jatkaa kasvuaan myöhäiseen syksyyn, minkä takia italianraiheinä sopii aluskasviksi.



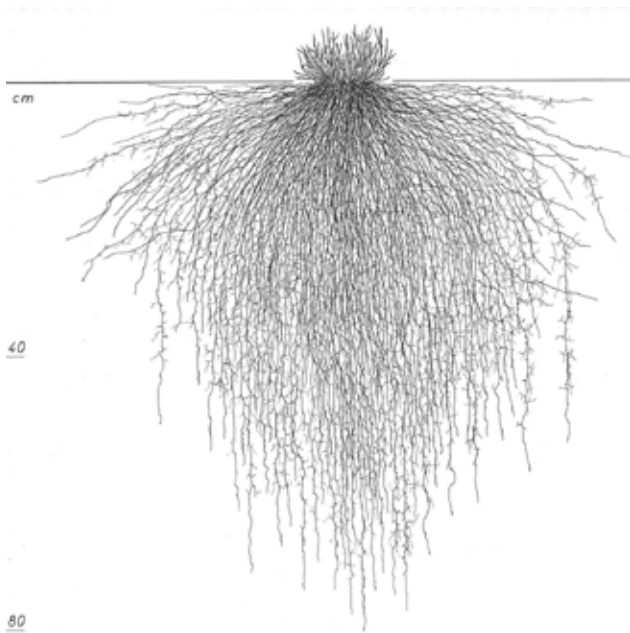
Italianraiheinakevytluokatulla hienohietamaalla 12.11, kun päällyskasvina kasvanut härkäpapu on jo korjattu ja sen juuret kuolleet.

Yksisirkkaiset monivuotiset viljelykasvit

Suomessa viljeltävät heinät ovat monivuotisia italianraiheinää ja westerwoldinraiheinää lukuun ottamatta. Ne ehtivät kasvattaa runsaamman juuriston kuin yksivuotiset ja ovat siksi yksivuotisia parempia maanmuokkaajia.

Englannin raiheinä (*Lolium perenne*)

Englanninraiheinä kasvattaa hyvin tiheän juuriston, jonka muoto muistuttaa alapäin kaventuva kartiota. Juuriston leveys voi olla yhtä suuri kuin syvyys.

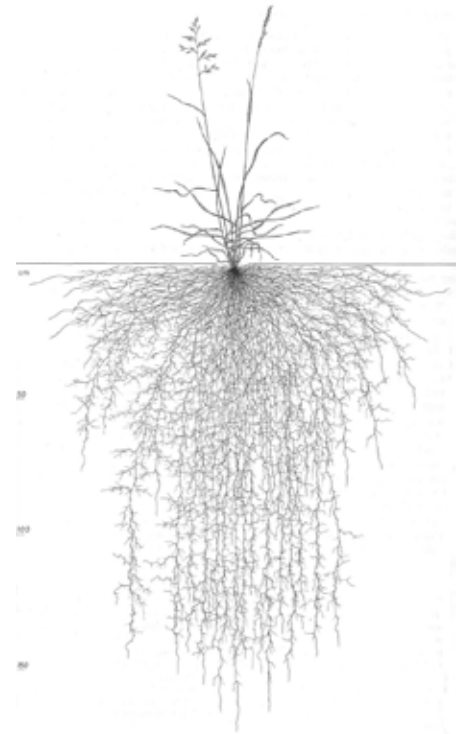


Englanninraiheinää, timoteitä ja punanataa ohran aluskasvina kynnetyllä savimaalla 20.8. Heinäkasvien pääjuuristo oli vasta noin 5 cm syvä.



Nurminata (*Festuca pratensis*)

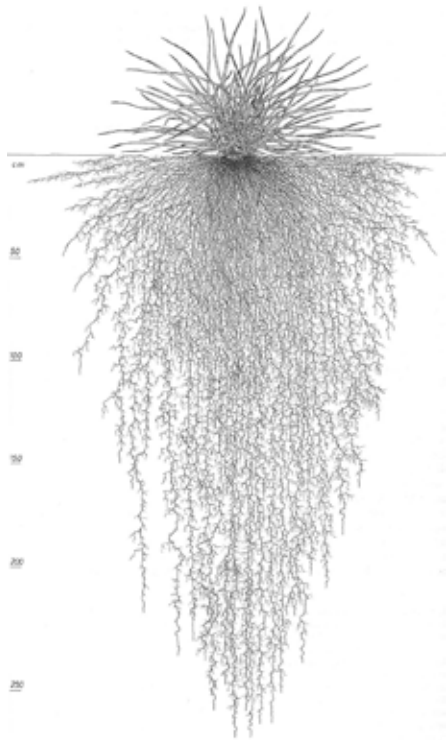
Nurminata muodostaa löyhän, keskinkertaisesti haarautuneen ja melko syvän juuriston, joka on tylppäkärkisen kartion muotoinen. Juuristo ei tunkeudu yhtä syvälle kuin ruokonadan juuristo.



Nurminataa, timoteitä ja alsikeapilaa 10-vuotiaalla suojavyöhykkeellä savimaalla 1.8. Nurminadan tiheä juuristo sitoi maata niin hyvin, että sitä oli vaikea kaivaa. Kasvit olivat ilmeisesti kuivattaneet maata hyvin, koska maa hajosi helposti pieniksi (noin 1 cm) kokkareiksi 0–20 cm:n syvyydessä.

Ruokonata (*Festuca arundinacea*)

Ruokonata muodostaa tiheäkasvuisen kartionmuotoisen juuriston. Juuristolla on hyvä maahantunkeutumiskyky, ja se tunkeutuu syvälle. Ruokonata on syväjuurisimpia heinäkasveja.

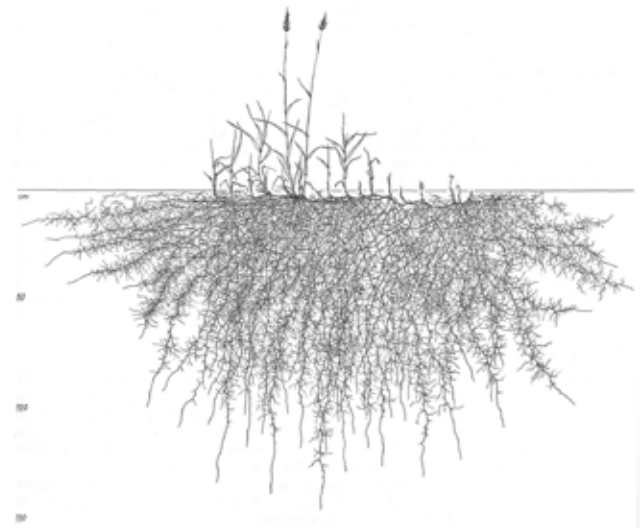


Ruokonataa hyvävoimaisen timotei-apila -kasvuston seassa 5-vuotisella tulvapellolla savimaalla 17.7. Kaikkialla kasvavat juuret olivat kuivattaneet ja reiittäneet maata tasaisesti, ja maahan oli muodostunut hyvä mureinen rakenne 30 cm syvyyteen asti.



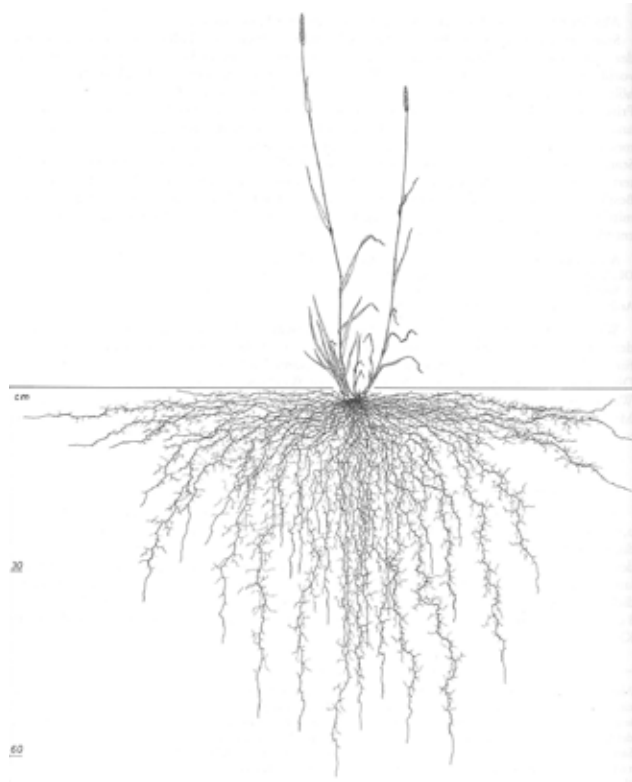
Ruokohelpi (*Phalaris arundinacea*)

Ruokohelpi kasvattaa maan pintakerroksessa vaakatasossa leviävän pääjuuren, josta kasvi kasvattaa uusia versoja maan pinnalle. 2–4 mm paksusta pääjuuresta haarautuu lukuisia sivujuuria tasaisesti maahan. Myös sivujuuret haarautuvat voimakkaasti. Juuristo voi kasvaa vaakatasossa usean metrin levyiseksi. Kasvi on korkea, ja juuristo on syvä. Ulkomaisissa tutkimuksissa juurten syvyydet ovat vaihdelleet noin 1 metristä (kuiva hiekkamaa) lähes kolmeen metriin (savimaa).



Timotei (*Phleum pratense*)

Timotein juuriston leveys voi olla suurempi kuin syvyys. Juuristosta kasvaa useita sivujuuria, jotka kasvavat maan pintakerroksessa maanpinnan suuntaisesti. Syvemmällä juuret haakeutuvat kaareutuen alaspäin.



Puna-apila-timotei -nurmi kevytluokatulla savimaalla 3.7. Juuristo oli hento verrattuna rehevään maanpäälliseen kasvustoon. Suurin osa juurista kasvoi noin 15 cm:n syvyyteen. Syvemmällä ne kasvoivat halkeamissa. Maa oli noin 25 cm:stä alaspäin varsin tiivistä, ja maalaji muuttui hiekkaisemmaksi.

Kaksisirkkaiset yksivuotiset viljelykasvit

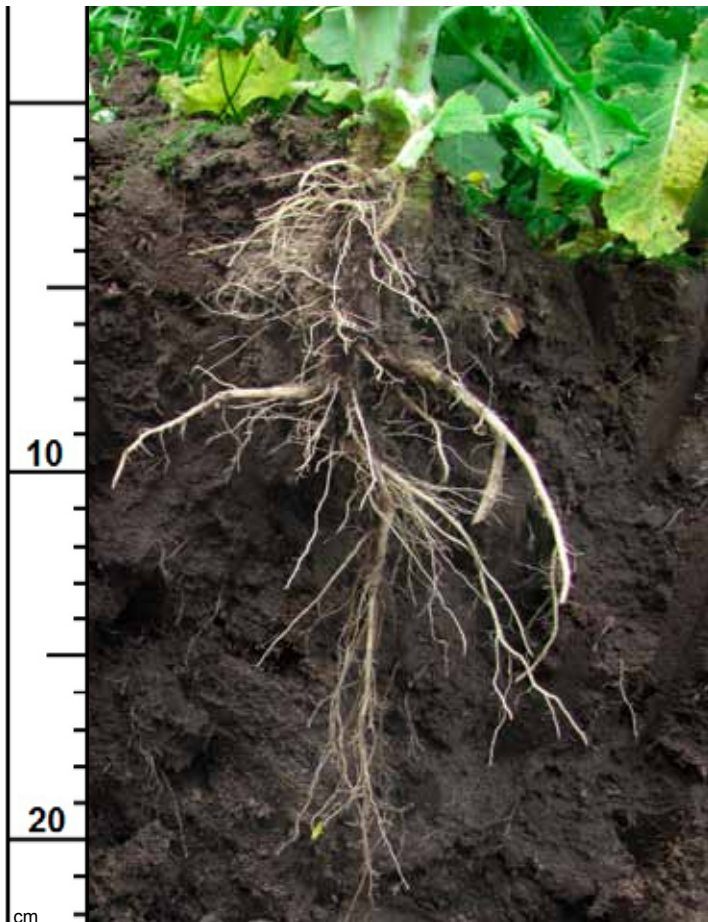
Kaksisirkkaiset yksivuotiset kasvit kasvattavat yleisesti vahvan pääjuuren, joka ei kuitenkaan yhden kasvukauden aikana ehdi kasvaa pitkäksi. Pääjuuresta haarautuu sivujuuria.



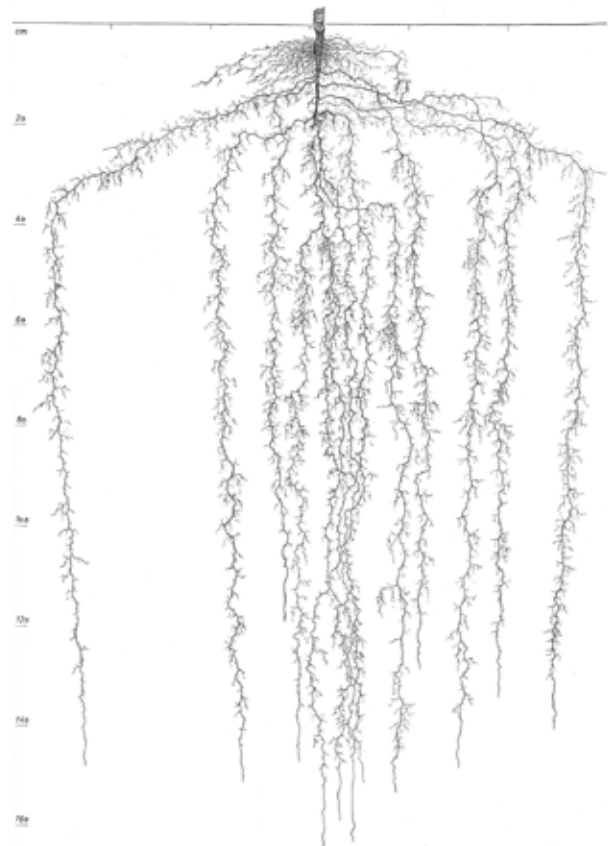
Rapsi (*Brassica napus ssp. oleifera*)

Rapsilla on voimakas paalujuuri, joka haarautuu pitkiksi ja syvälle kasvaviksi sivujuuriksi. Sivujuuret ovat aluksi usean millimetrin paksuisia ja levittäytyvät maahan sivusuunnassa muodostaen sateenvarjon muotoisen juuriston ylimpiin maakerroksiin. Sen alapuolella juuristo kasvaa pystysuunnassa alaspäin. Pää- ja sivujuuret muodostavat lyhyitä ja kapeita hiusjuuria. Juuriston syvyys ja jakautuminen maassa vaihtelee voimakkaasti maalajin mukaan, mutta pääjuuren yläosan haarautuminen pysyy samankaltaisena. Rapsi on heikompi maahan tunkeutuja kuin rypsi.

Rapsin vahva juuristo parantaa maan mururakennetta ja lisää myös pieneliöiden määrää maassa suuren juurimassan vuoksi. Se myös tappaa viljojen taudinaiheuttajia juurieritteidensä avulla. Näistä syistä se on hyvä viljojen esikasvi.



Syysrapsia kynnetyllä multamaalla 11.6. Juuret kasvoivat vahvoina yli 20 cm:n syvyyteen. (Syysrapsin juurten kasvua multa- ja savimaassa on verrattu sivulla x (kohdassa maalaji vaikuttaa juurten kasvuun)



Rypsi (*Brassica rapa ssp. oleifera*)

Rypsi kasvattaa paksun pääjuuren, minkä turvin se pystyy tunkeutumaan maahan paremmin kuin rapsi.



Rypsi kynnettyssä savimaassa 1.8.



Herne (*Pisum sativum*)

Herneellä on paalujuuri, josta haarautuu vaakasuoraan tiheästi kasvavia sivujuuria. Sivujuuret kaartuvat alaspäin vasta melko kaukana kasvusta, joten kasvin alle voi jäädä maata, jota juuret eivät ole vallanneet.



Nystyröitä herneen juurissa. Juurinystyröiden avulla palkokasvi sitoo biologisesti typpeä ilmakehästä. Kuva on otettu 23.7.



Herneen ja vehnän sekakasvustoa luomupellolla kynnetyllä savimaalla 23.7. Sivujuuret lähtevät paalujuuresta.

Härkäpapu (*Vicia faba*)

Härkäpavulla on vahva pääjuuri ja runsaasti laajalle leviäviä sivujuuria. Pääjuuren yläosasta haarautuu sivujuuria tiheästi, syvemmältä harvemmin. Suurin osa härkäpävun juurista sijaitsee lähellä maan pintaa leviten laajalle, mutta osa tunkeutuu syvälle.



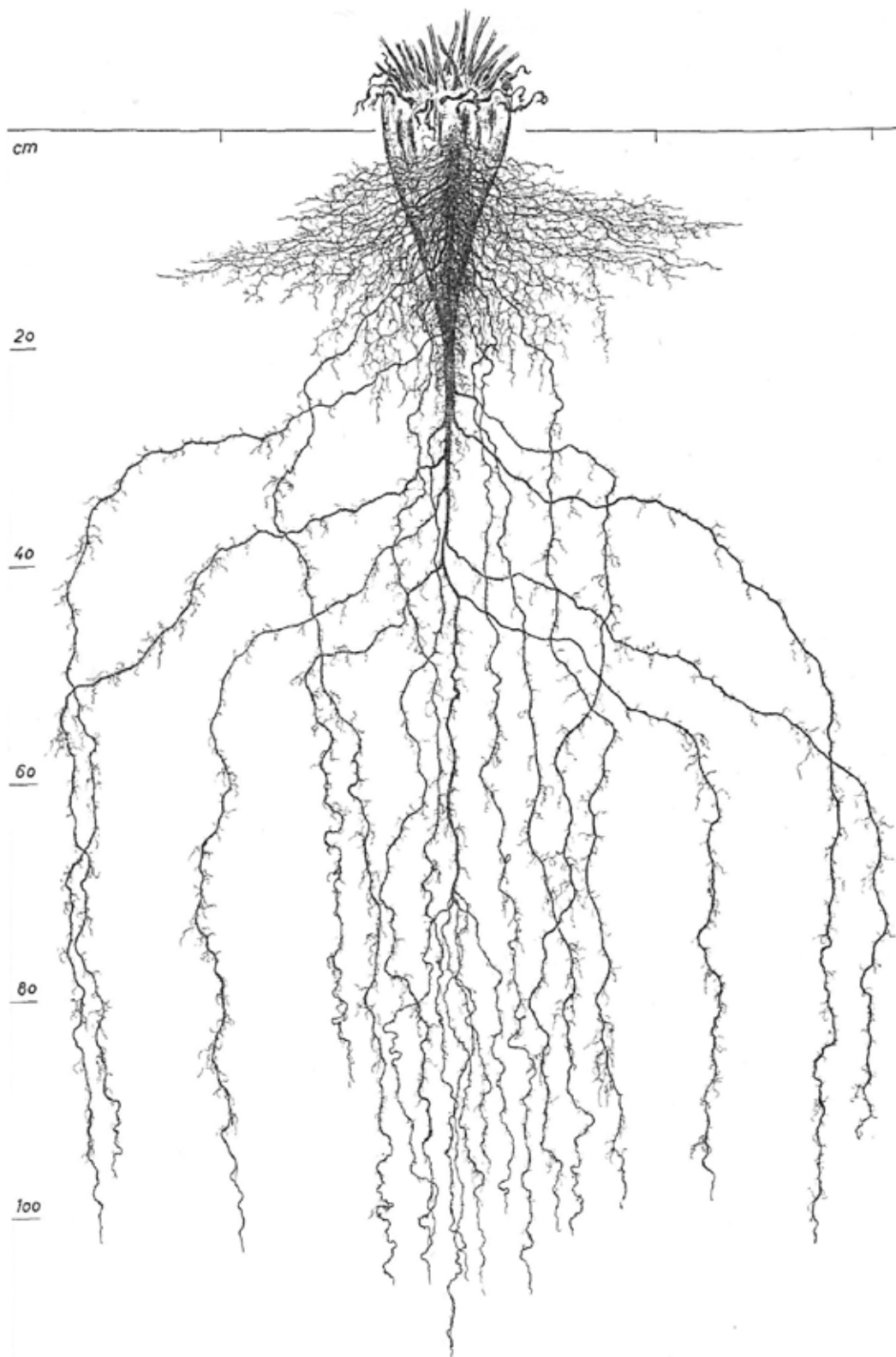
Härkäpavun juurinystyröitä, joiden avulla se sitoo ilmakehän typpeä.



Härkäpapu luomupellolla kynnetyssä savimaassa 23.7. Juuret hakeutuivat syvälle vaikka maa oli melko jäykkää.

Sokerijuurikas (*Beta vulgaris* var. *altissima*)

Sokerijuurikkaan pääjuuri on paksu, ja se kapenee alaspäin. Paksusta pääjuuresta haarautuu runsaasti hiusjuuria. Alempaan pääjuuresta haarautuu sivujuuria, jotka levittäytyvät alaspäin ja sivusuunnassa.



Tattari (*Fagopyrum esculentum*)

Tattarin paalujuuresta haarautuu alas- ja sivullepäin suuntautuvia sivujuuria.



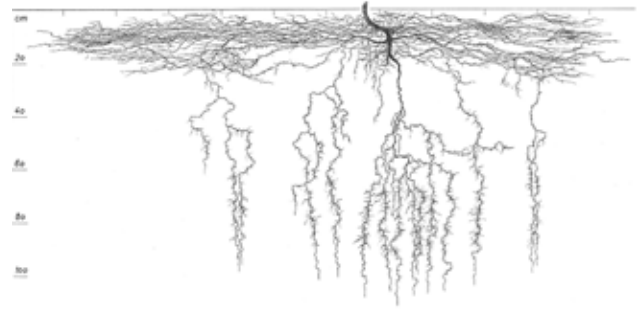
Tattari luomupellolla kynnetyllä savimaalla 23.7. Paalujuuri oli noin 5 cm pitkä. Sivujuuret kasvoivat halkeamissa kuitenkin suhteellisen syvälle, mutta jakautuivat epätasaisesti ryppäisiin maahan.



Hamppu (*Cannabis sativa*)

Kuituhamppu kasvattaa yhden puumaisen pääjuuren, joka haarahtuu jopa usean metrin levyiseksi vahvaksi juuristoksi maan pintakerrokseen. Osa juurista haarahtuu kohtisuoraan alaspäin.

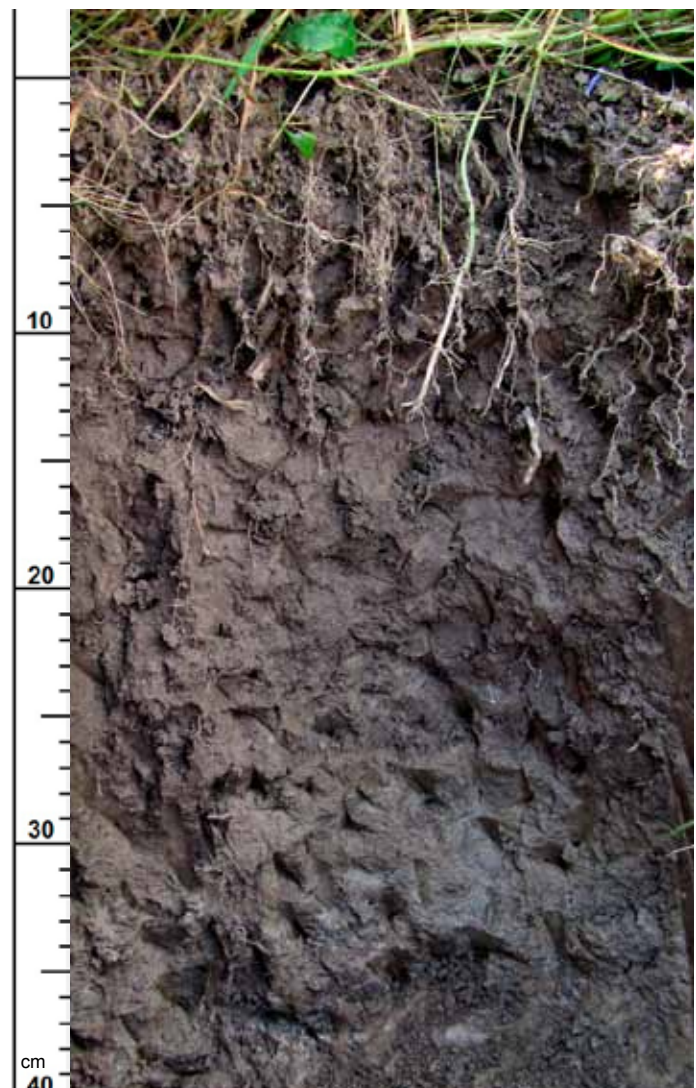
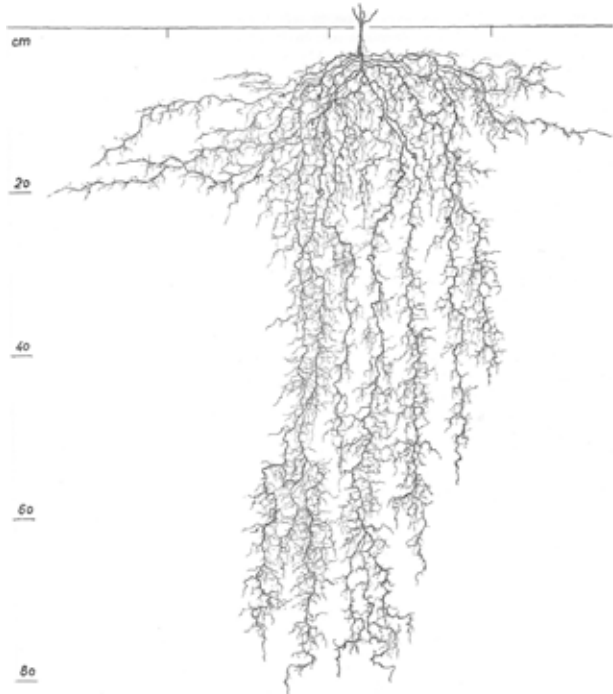
Kuituhamppu kasvaa nopeasti. Se parantaa runsaalla juuristolla maan rakennetta ja lisää lehtimassallaan maan multavuutta.



Öljyhamppua kynnetyllä savimaalla 30.7. Öljyhampulla oli vahva paalujuuri sekä voimakas ja tiheä juuristo, joka kasvoi syvälle.

Ruisvirna (*Vicia villosa*)

Ruisvirnalla on paksuhko, syvälle ulottuva pääjuuri, jonka haaroissa on tyypeä sitovia juurinystyröitä. Pääjuuren yläosasta haarautuu sivujuuria, joista suuri osa kasvaa yhtä syvälle kuin pääjuuri. Juuristo on tiheämpi kuin rehuvirnan juuristo.



Ruisvirnaa kynnetyllä hiesavimaalla 16.8. Juuristo sijaitsi pääasiassa ylimmässä 15–20 cm:n kerroksessa.



Retiisi (*Raphanus sativus*)

Retiisi kasvattaa paalujuurityyppisen pääjuuren erittäin nopeasti, samoin siitä sivulle suuntaavat sivujuuret. Suurin osa sivujuurista kasvaa lähellä maan pintaa. Pääjuuri voi kasvaa kymmenien senttimetrien syvyyteen. Retiisin syötävä osa on kasvitieteellisesti retiisin varsi.



Muokkausretiisi kynnetyllä hiekkaisella multamaalla 13.8. Paalujuuri oli alle 10 cm:n pituinen ja noin 2 cm:n paksuinen. Hienot sivujuuret ulottuivat huomattavasti syvemmälle. USA:ssa on mitattu 30 cm pitkiä ja 5 cm paksuja paalujuuria, minkä takia sitä käytetään maanmuokkaajana. Kasvi on kestävä möhöjuurta vastaan, joten se pystyy vähentämään taudinaiheuttajia maassa.

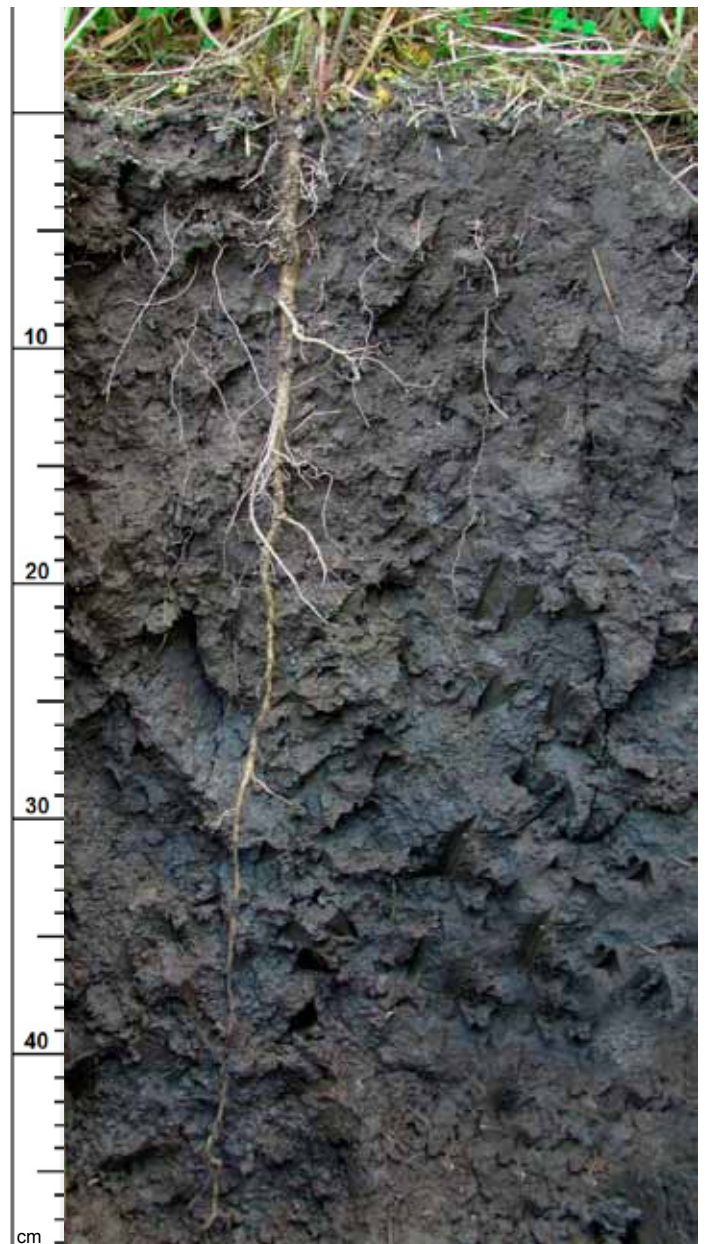
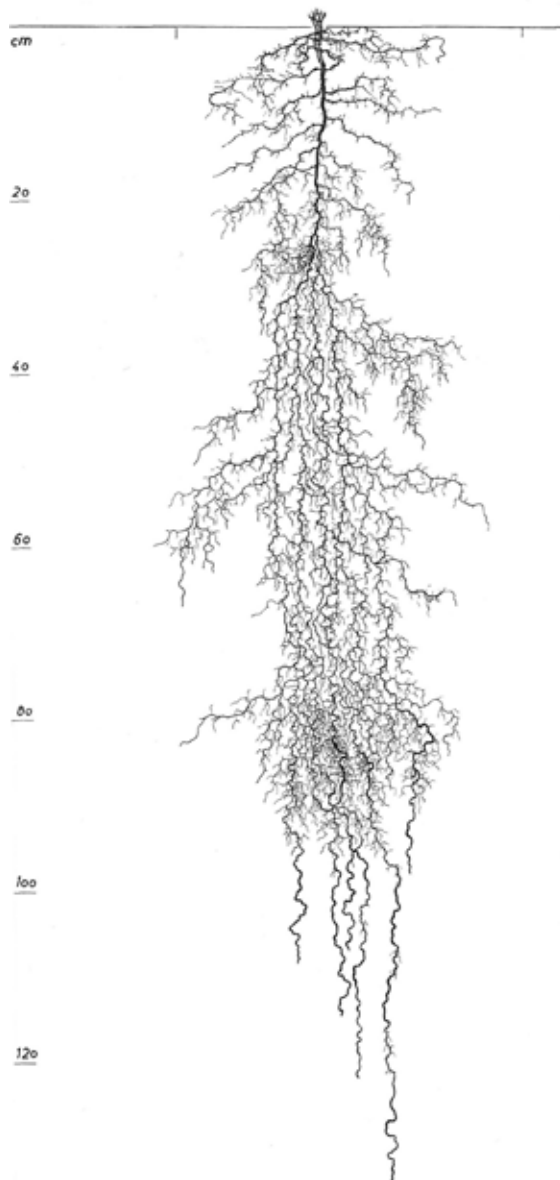
Kaksisirkkaiset monivuotiset viljelykasvit

Kaksisirkkaiset monivuotiset kasvit ovat yleisesti hyviä maanmuokkaajia vahvan pääjuurensa ja pitkän kasvuaikansa ansiosta.

Sinimailanen (*Medicago sativa*)

Sinimailasella on voimakas paalujuuri, joka kasvaa suoraan alaspäin syvemmälle kuin muiden Suomessa viljeltävien kasvien. Lähellä maan pintaa paalujuuresta haarautuu joitakin vaakasuuntaisia sivujuuria. Syvemmällä haarautuminen lisääntyy selvästi, jolloin juuristo voi kasvaa laajuutta sivusuunnassa. Syvällä haarautumisesta on se etu, että juuriston aktiivisin osa säilyy mahdollisimman hyvin suojassa lämpötilan- ja kosteudenvaihteluilta eri vuodenaikoina.

Sinimailasen juurten lukumäärä vähenee syvemmälle mentäessä selvästi vähemmän kuin muilla kasveilla. Suomalaisessa tutkimuksessa sinimailasen juurten lukumäärä oli 35 cm:n syvyydessä vain neljänneksen pienempi kuin 10 cm:n syvyydessä.

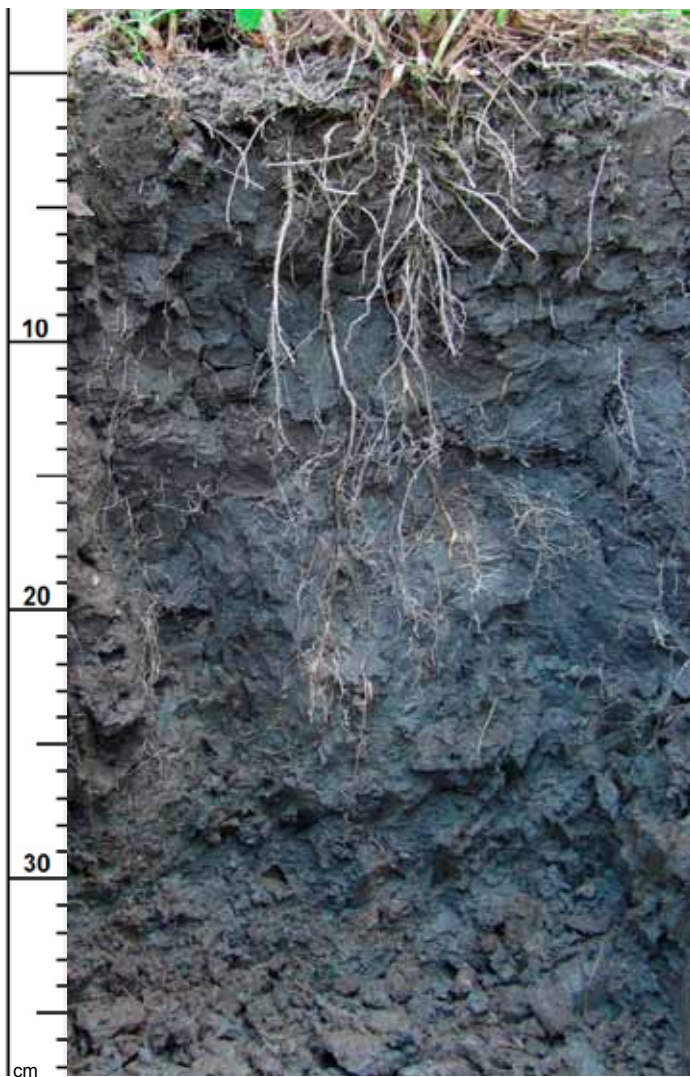
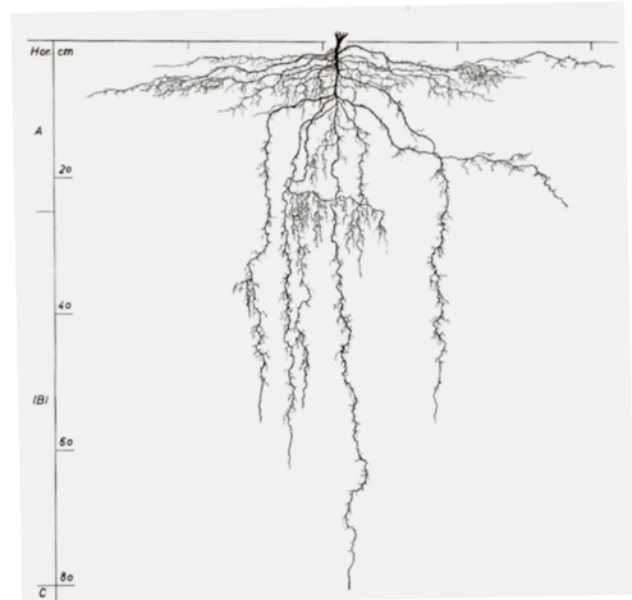


Toisen vuoden sinimailanen tiiviissä savimaassa 21.6. Tässä pellossa sinimailanen kasvoi tiiviistä savesta läpi eikä käyttänyt luonnollisia halkeamia (vaikka niitä oli maassa paljon) kuten esimerkiksi lähistöllä kasvava alsi-keapila. Sinimailasen juuret kasvoivat suoraan alaspäin arviolta ainakin 70–80 cm:n syvyyteen asti.

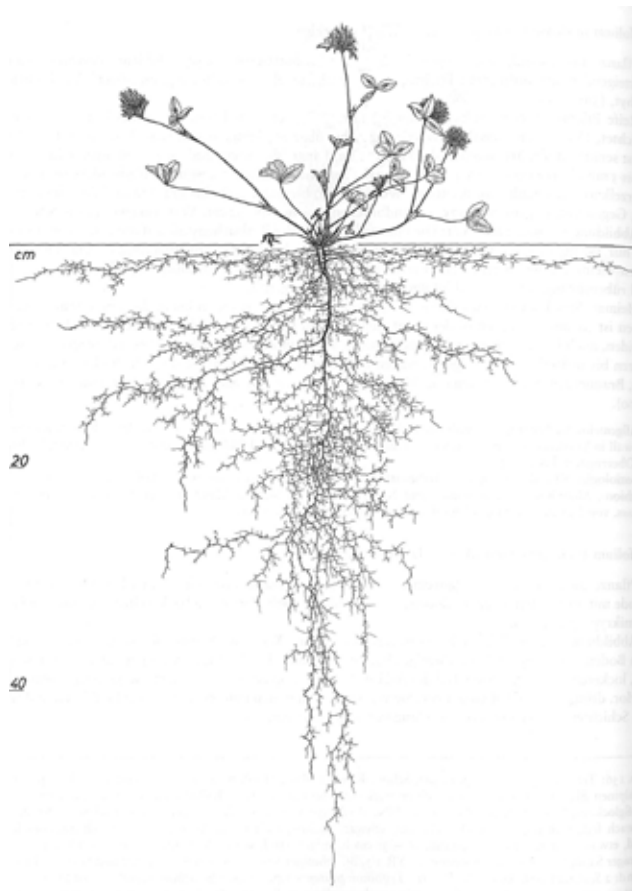


Puna-apila (*Trifolium pratense*)

Puna-apila kasvattaa syvälle ulottuvan paalujuuren ja ylöspäin laajenevan sivujuuriston. Paalujuuren ylin osa on juurikkaanmuotoinen. Pääjuuren paksuus voi olla 10 mm, sivujuurten 3 mm.

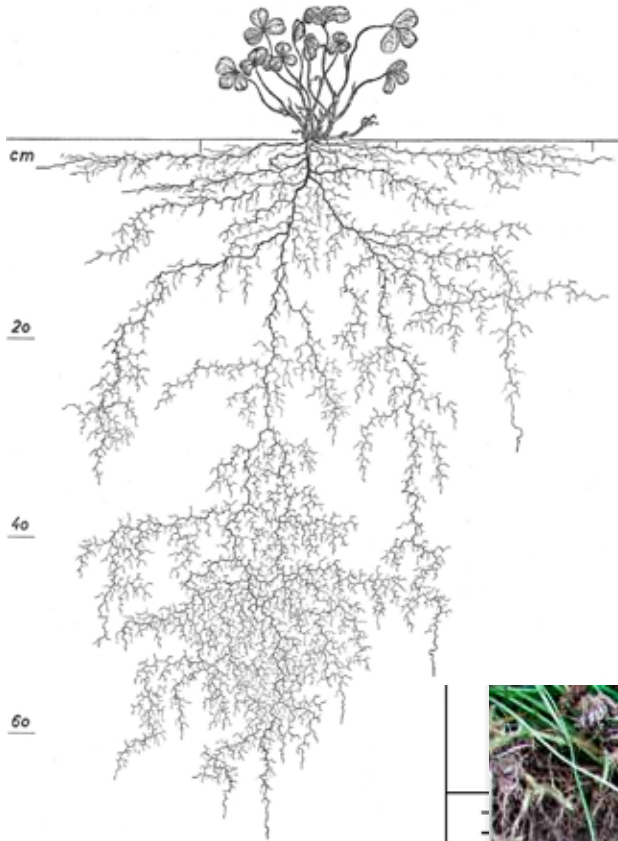


Toisen vuoden puna-apilaa huonorakenteisessa ja vaikeasti kuivatettavassa kevytmuokatussa savimaassa 21.6. Juuret olivat jaksaneet kasvaa ja rei'ittää maata 30 cm:n syvyyteen.



Valkoapila (*Trifolium repens*)

Valkoapilalla on vahva paalumainen pääjuuri, jonka paksusta yläosasta haarautuu vaakasuoria sivujuuria, jotka vähitellen kaareutuvat alaspäin. Syvemmällä pääjuuri jakautuu useiksi pystysuoriksi juurivyyhdeiksi. Valkoapilan juuristo muistuttaa paljon puna-apilan juuristoa.

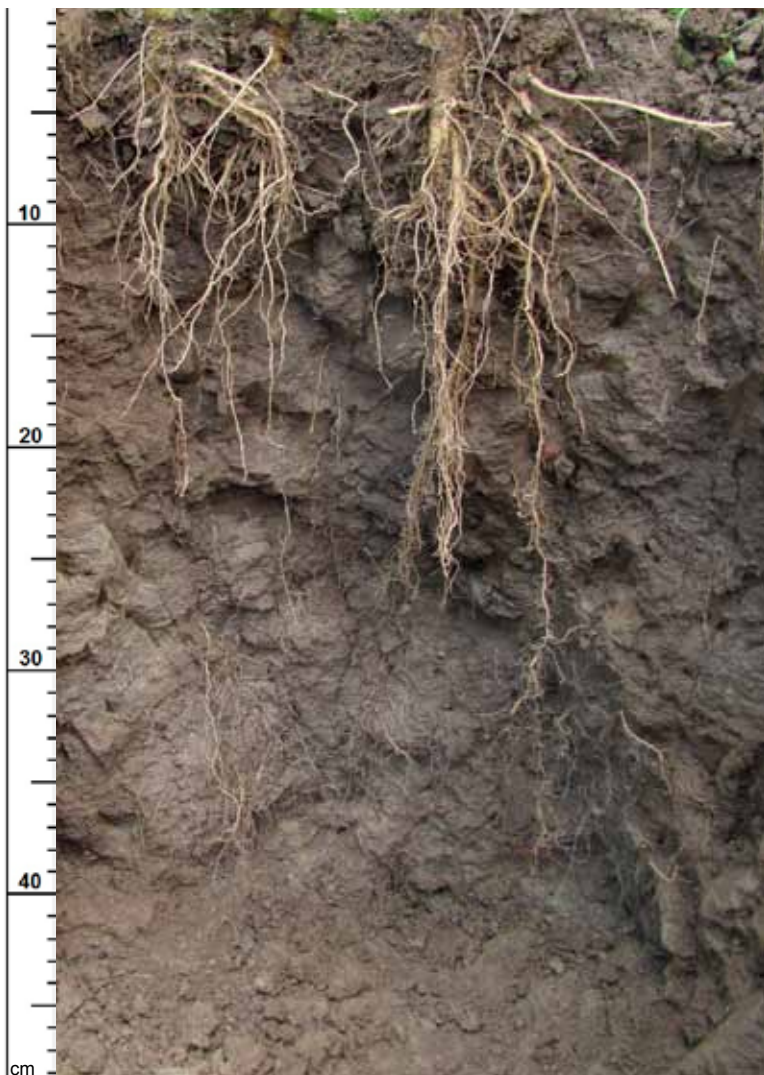
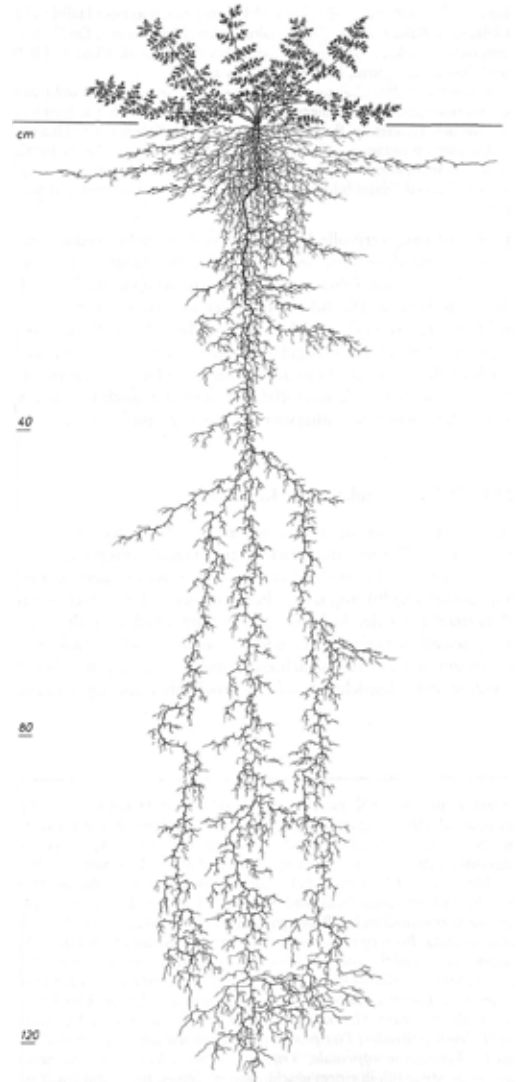


Toista vuotta kasvava valkoapila kynnetyssä savimaassa 9.8. Valkoapilan juuret olivat voimakkaat. Syvällä ne hakeutuivat halkeamiin ja madonreikiin (oikealla alareunassa) ja ulottuivat 40 cm:n syvyyteen asti.



Kumina (*Carum carvi*)

Kumina muodostaa pitkän porkkanamaisen pääjuuren, josta haarautuu sivujuuria. Paalujuuri ulottuu 20-30 cm:n syvyyteen ja vahvat hiusjuuret syvemmälle.



Toisen vuoden kumina kevytmuokatussa kovassa savimaassa 3.7. Maan kovuudesta huolimatta vahvat juuret ulottuivat selvästi yli 0,5 metrin syvyyteen. Juuret kasvoivat myös madonrei'issä (joita maassa oli paljon) ja halkeamissa.

Rikkakasveistakin jotain hyötyä

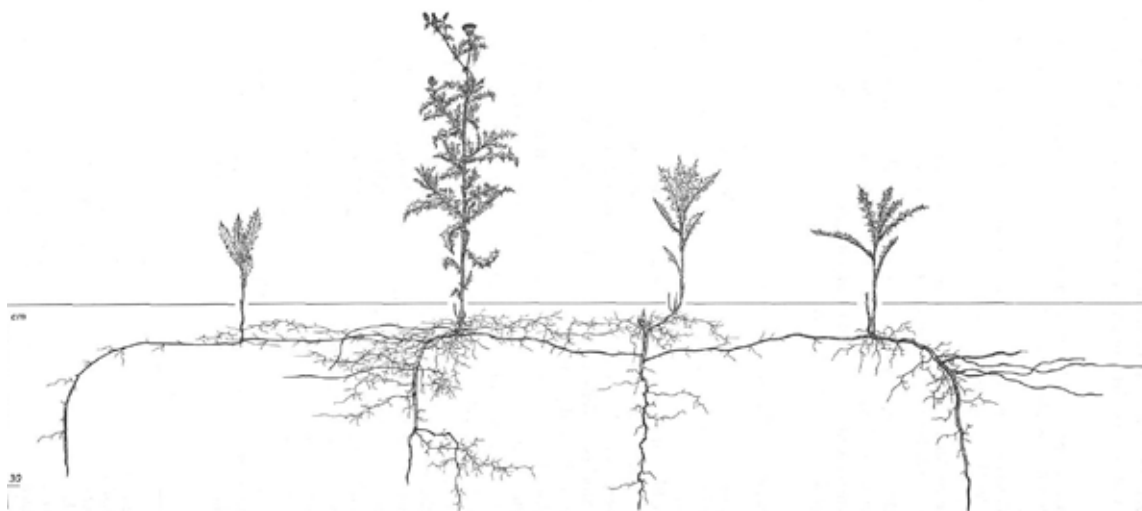
Muutamilla rikkakasveilla on maan rakenteen parantamisen kannalta ihanteellinen juuristo. Siitä huolimatta niitä on syytä välttää! Syväjuuriset rikkakasvit ovat vaikeimmin torjuttavia.

Pelto-ohdake (*Cirsium arvense*)

Pelto-ohdake kasvattaa eri syvyyksissä vahvoja vaakasuoria maavarsia, joista nousee pintaan uusia versoja. Alaspäin kasvavat juuret ulottuvat syvälle selvästi kylvökerroksen alapuolelle. Koska maavarsi on muokkauksen ulottumattomissa, pelto-ohdake on erittäin vaikeasti torjuttava rikkakasvi.



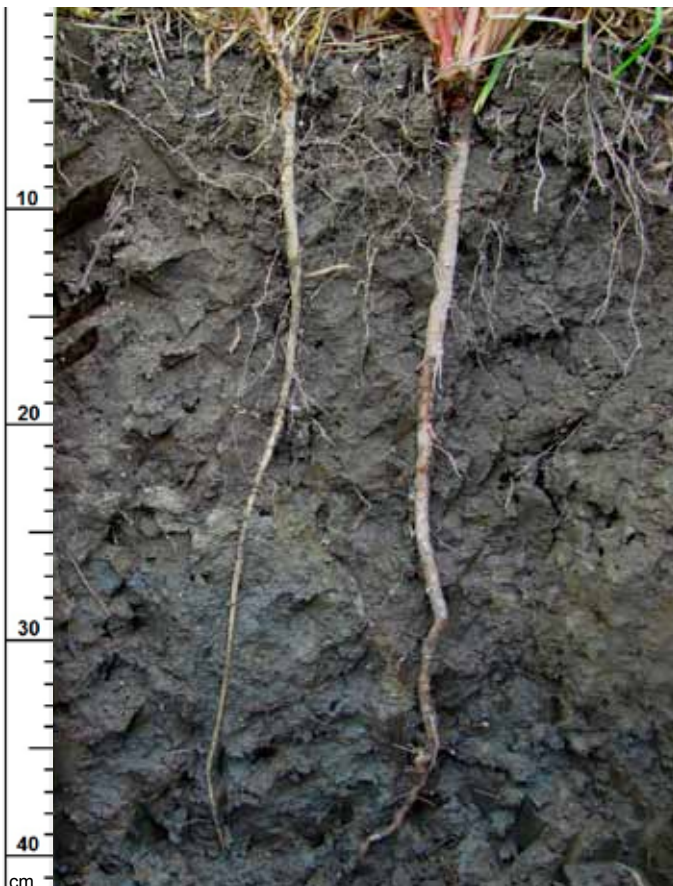
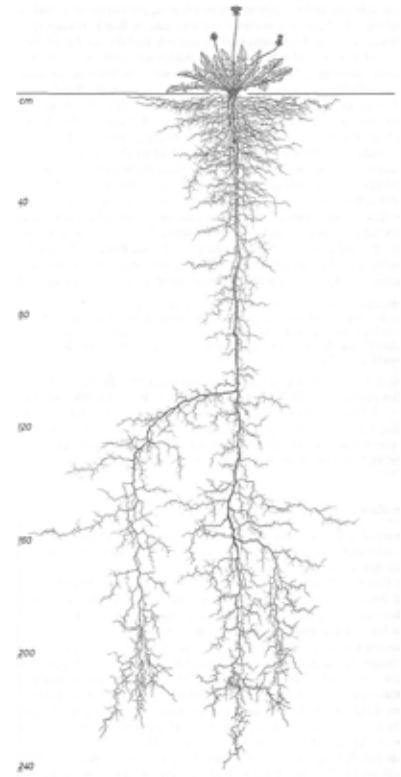
Ohdakkeen maavarsi ja juuria 19-vuotisella suojavyyhykkeellä savimaalla 3.7.





Voikukka (*Taraxacum officinale*)

Voikukan paksu pääjuuri pystyy tunkeutumaan hyvinkin tiiviiseen maahan. Syvemmälle mentäessä pääjuuri ohenee mutta ulottuu syvälle. Juuren haarautuminen on heikkoa.



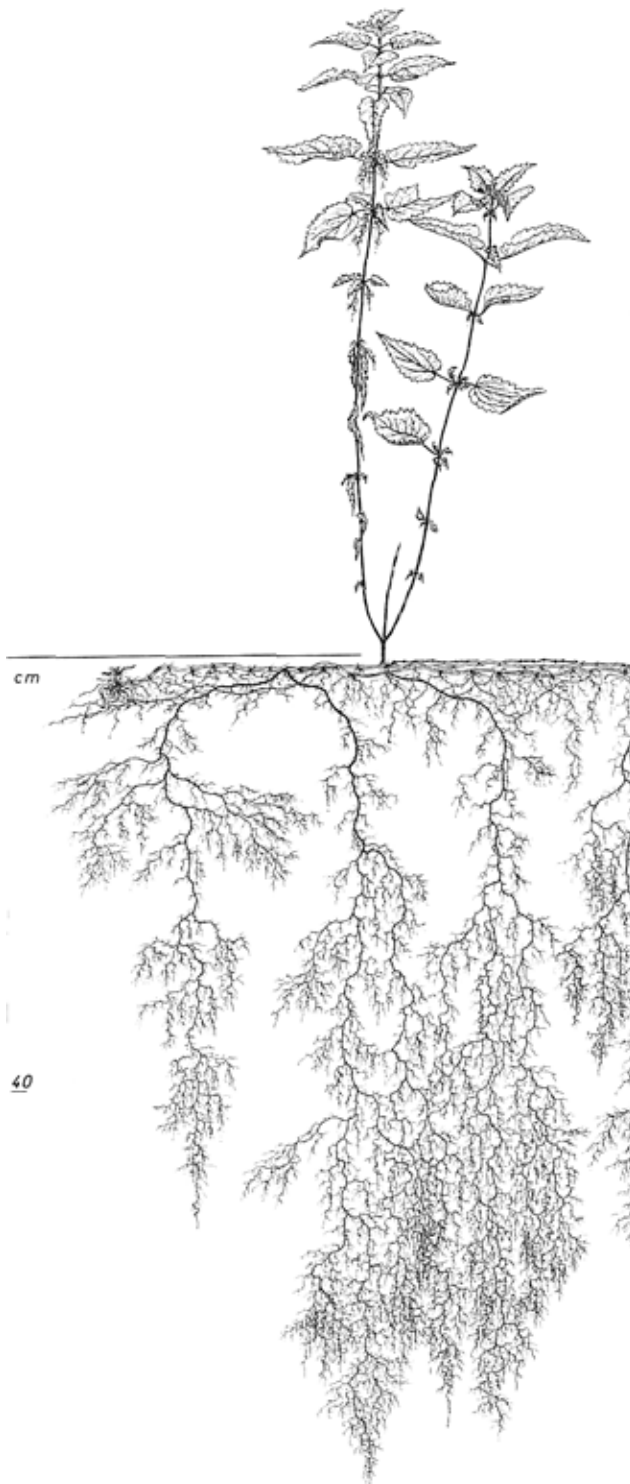
21.6. voikukan juuri (oikealla) on vahvempi kuin toisen vuoden sinimailasen (vasemmalla).



Voikukan paksu juuri tunkeutui syvemmälle kuin muut lähes 20-vuotisen suojavyöhykkeen kasvit. Kuva on otettu 17.7.

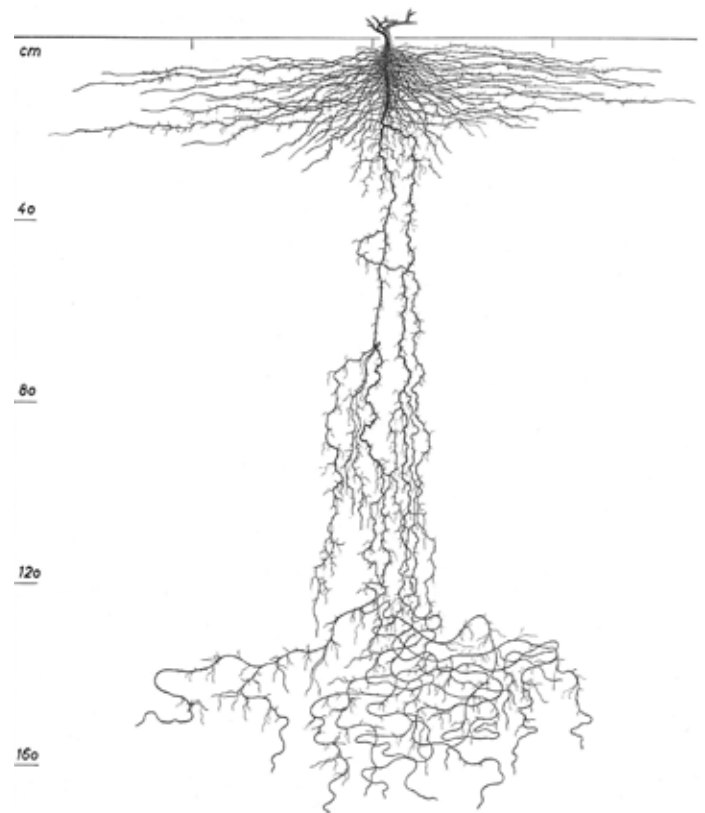
Nokkonen (*Urtica dioica*)

Nokkosella on paksu pääjuuri, joka haarautuu syvemmällä ohuemmiksi juuriksi. Pääjuuren yläosasta lähtee vaakasuoraan kasvavia maavarsia, joista puolestaan kasvaa uusia versoja ja niille uudet juuret. Nokkosen juuristo levittäytyy laajalle ja muokkaa maata tehokkaasti.



Peltoretikka (*Raphanus raphanistrum*)

Peltoretikalla on sukkulanmuotoinen pääjuuri, jonka yläosasta haarautuu enimmäkseen ohuita vaakasuoraan kasvavia sivujuuria ja alempaa alaspäin kasvavia sivujuuria. Juuristosysteemi jakautunut kahteen osaan.



Lähteet

- Hakala, K., Keskitalo, M., Eriksson, C. & Pitkänen, T. 2009. Nutrient uptake and biomass accumulation for eleven different field crops. *Agricultural and food science* 18: 366-387.
- Kousa, M., Alakukku, L. 2008. Nurmiviljelyn vaikutus maan rakenteeseen. Nurmitieto 2.5.1. Suomen Nurmihdistyksen ja MTT:n julkaisusarja. Saatavissa: www.agronet.fi/nurmihdistys
- Kutschera, L. 1960. Wurzelatlas: mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. DLG-Verlags-GmbH. Frankfurt. 574 p.
- Kutschera, L. & Lichtenegger, E. 1982. Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band 1 Monocotyledoneae. Gustav Fischer Verlag. 516 s.
- Kutschera, L. & Lichtenegger, E. 1982. Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band 2 Pteridophyta und Dicotyledoneae (Magnoliopsida). Teil 1. Morphologie, Anatomie, Ökologie, Verbreitung, Soziologie, Wirtschaft. Gustav Fischer Verlag. 851 s.
- Känkänen, H. & Eriksson, C. 2007. Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. *European journal of agronomy* 27: 25-34.
- Niemi, R.M., Vepsäläinen, M., Wallenius, K., Simpanen, S., Alakukku, L. & Pietola, L. 2005. Temporal and soil depth-related variation in soil enzyme activities and in root growth of red clover (*Trifolium pratense*) and timothy (*Phleum pratense*) in the field. *Applied soil ecology* 30: 113-125.
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Laitinen, P., Salopelto, J., Saastamoinen, M. & Hannukkala, A. 2011. Identifying difficulties in rapeseed penetration in farmer's fields in northern European conditions. *Soil use and management* 27: 229-237.
- Pietola, L. & Alakukku, L. 2005. Root growth dynamics and biomass input by Nordic annual field crops. *Agriculture, ecosystems and environment* 108: 135-144.
- Pietola, L. & Alakukku, L. Root growth dynamics and biomass input by four over-wintering herbaceous crops in boreal conditions. *Julkaisematon käsikirjoitus*.
- Salonen, M. 1949. Tutkimuksia viljelyskasvien juurten sijainnista Suomen maalaissa. Suomen maataloustieteellisen seuran julkaisu 70(1): 1-91.
- Waisel, Y., Eshel, A. & Kafkafi, U. (editors). 1996. Plant roots. The hidden half. 2nd edition. Marcel Dekker, Inc. 1002 p.
- Weaver, J. E. 1926. Root development of field crops. Saatavissa: www.soilandhealth.org/01aglibrary/010139fieldcroproots/010139toc.html
- Weaver, J. E. 1927. Root development of vegetable crops. Saatavissa: www.soilandhealth.org/01aglibrary/010137veg.roots/010137toc.html

Lisätietoja:

Hankevastaava Kari Koppelmäki,
Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
p. 0400 363 225, etunimi.sukunimi@ely-keskus.fi

www.ymparisto.fi/uus/raha

